



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

TESE

MORFOLOGIA E PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Dimorphandra gardneriana* Tul.

SUELI DA SILVA SANTOS-MOURA

AREIA - PB

Julho - 2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



MORFOLOGIA E PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Dimorphandra gardneriana* Tul.

SUELI DA SILVA SANTOS-MOURA

Sob orientação da professora

Edna Ursulino Alves

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Doutora em Agronomia, na área de concentração Agricultura Tropical.

AREIA - PB
Julho - 2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

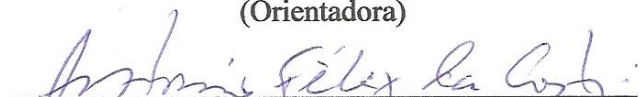
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

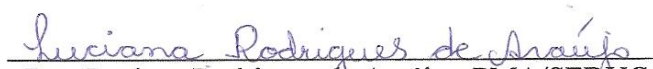
TÍTULO: MORFOLOGIA E PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Dimorphandra gardneriana* Tul.

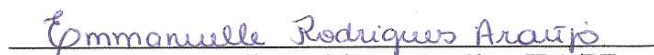
AUTORA: SUELI DA SILVA SANTOS-MOURA

Apresentado como parte das exigências para obtenção do título de DOUTORA em
AGRONOMIA (Agricultura Tropical) pela comissão Examinadora:



Prof. Dra. Edna Ursulino Alves -CCA/UFPB
(Orientadora)


Dr. Antônio Felix da Costa - IPA/PE
(Examinador)


Dra. Luciana Rodrigues de Araújo - PMA/SEDUC
(Examinadora)


Dra. Emmanuelle Rodrigues Araújo - IPA/PE
(Examinadora)

Data da realização: 19 de Julho de 2016


Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dra. Edna Ursulino Alves
Orientadora

*Ao meu Senhor **JESUS CRISTO**, a fonte da minha inspiração e razão de todo o meu viver!*

*À minha **MÃE**, exemplo de caráter e dedicação, minha maior incentivadora!*

*Ao meu **MARIDO**, meu eterno amor!*

DEDICO

*Às minhas **AMIGAS** Edvânia de Menezes Chianca Vieira, Emilie de Menezes Chianca Vieira e Larissa Guimarães Paiva, aos meus **SOGROS** José Chavier de Moura e Cícera Farias de Moura por todo carinho, apoio e dedicação*

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu Deus pela sua eterna graça e misericórdia, as quais me permitiram concretizar mais um sonho, porque Dele por Ele e para Ele são todas as coisas, a Ele a glória, honra e o louvor.

A minha família, em especial a minha mãe que foi minha maior incentivadora e aos meus sobrinhos Vanderlei da Silva Santos e Eliseu da Silva Santos por contribuírem direta ou indiretamente para esta conquista.

Ao meu esposo Mácio Farias de Moura, pela sua compreensão, incentivo e dedicação, que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos.

Ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba e, principalmente, ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade de realizar o curso de doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

A minha orientadora, Edna Ursulino Alves, pela amizade, orientação, conhecimentos transmitidos, competência, disponibilidade e contribuições feitas ao longo do curso e deste trabalho.

A professora Riselane de Lucena Alcântara Bruno pela acessividade, disponibilidade, apoio e conhecimentos transmitidos ao longo do curso e deste trabalho.

A professora Edilma Pereira Gonçalves, pela amizade, disponibilidade e toda ajuda na melhoria deste trabalho.

Aos membros da banca avaliadora, Dra. Luciana Rodrigues de Araújo, Dra. Emmanuelle Rodrigues Araújo e Dr. Antônio Felix da Costa pela disponibilidade e contribuições feitas para melhoria deste trabalho.

A Marina Matias Ursulino, pela amizade, ajuda na execução dos trabalhos e concessão das sementes para realização desta pesquisa.

Aos amigos Rosemere dos Santos Silva e Flávio Ricardo da Silva Cruz, pela amizade, companheirismo e ajuda na realização dos experimentos.

A amiga Daniela Vieira pela amizade e companheirismo.

Aos alunos e estagiários do Laboratório de Análise de Sementes, Antônio Pereira dos Anjos Neto, Jardel da Silva Souza, Sidney Saymon Cândido Barreto, Alisson Velozo e Jociney Ferreira do Nascimento, por toda ajuda na realização dos trabalhos.

Ao professor Manoel Bandeira, pelas contribuições e ensinamentos durante a execução dos trabalhos.

Ao Laboratório de Ecologia Vegetal (LEV), na pessoa do funcionário Edilson Guedes da Costa, pela disponibilidade do ambiente e materiais para a realização dos trabalhos.

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Sementes da UFPB/CCA, Antônio Alves de Lima, Severino Francisco dos Santos e Rui Barbosa da Silva que sempre estiveram à disposição nos auxiliando.

Obrigada!!!

BIOGRAFIA

Sueli da Silva Santos-Moura, filha de José Batista dos Santos e Francisca da Silva, nasceu em Areia, no Estado da Paraíba, em 17 de junho de 1980.

Em 2005 ingressou no Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia - PB e graduou-se em 2010.

Em 2011 ingressou no Programa de Pós-graduação em Produção Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Garanhuns UFRPE/UAG em Garanhuns - PE, sob a orientação da professora doutora Edilma Pereira Gonçalves, defendendo a dissertação em 21 de fevereiro de 2013.

Em Março de 2013 iniciou o Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), sob a orientação da Profa. Dra. Edna Ursulino Alves, defendendo a tese em 19 de julho de 2016.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO I BIOMETRIA E MORFOLOGIA DE SEMENTE, PLÂNTULA E PLANTA JOVEM DE *Dimorphandra gardneriana* Tul.

Figura 1.	Distribuição de frequência relativa do comprimento (A), largura (B) e espessura (C) de semente de <i>D. gardneriana</i>	16
Figura 2.	Aspectos externos da semente de <i>D. gardneriana</i>	19
Figura 3.	Aspectos externos e internos da semente de <i>D. gardneriana</i> após a embebição.....	23
Figura 4.	Curva de embebição de água (A), quantidade de água embebida (B), germinação de sementes (C) e formação de plântulas normais (D) de <i>D. gardneriana</i>	25
Figura 5.	Aspectos da germinação e plântula normal de <i>D. gardneriana</i> nos períodos de 90 horas (A-B), cinco e seis dias (C-D) e treze dias após a semeadura (E).....	27
Figura 6.	Aspectos das plântulas anormais de <i>D. gardneriana</i> aos oito (A), treze (B) e quinze dias após a semeadura (C).....	29
Figura 7.	Aspectos da plântula e planta jovem de <i>D. gardneriana</i> . Detalhes das estruturas (A), plântulas com 15 (A) e 60 dias após a semeadura (B).....	30

ARTIGO II FORMAÇÃO DE MUDAS DE *Dimorphandra gardneriana* Tul. EM FUNÇÃO DO RECIPIENTE

Figura 1.	Número de folhas (A), altura de planta (B), diâmetro do colo (C) e relação entre a altura de planta e o diâmetro do colo (AP/DC) de mudas de <i>D. gardneriana</i> produzidas em sacos de polietileno com diferentes diâmetros.....	42
------------------	---	----

Figura 2.	Número de folhas (A), altura de planta (B), diâmetro do colo (C) e relação entre a altura de planta e o diâmetro do colo (AP/D) de mudas de <i>D. gardneriana</i> produzidas em tubetes com diferentes diâmetros.....	43
------------------	---	----

ARTIGO III CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Dimorphandra gardneriana* Tul. EM DIFERENTES SUBSTRATOS

Figura 1.	Número de folhas (A), altura de planta (B), diâmetro do colo (C) e relação entre a altura de planta e o diâmetro (AP/DC) de mudas de <i>D. gardneriana</i> produzidas em diferentes substratos.....	76
------------------	---	----

ARTIGO IV INFLUÊNCIA DO SOMBREAMENTO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Dimorphandra gardneriana* Tul.

Figura 1.	Número de folhas (A) e altura (B) de mudas de <i>D. gardneriana</i> produzidas em diferentes níveis de sombreamento.....	90
------------------	--	----

Figura 2.	Comprimento da raiz primária (A), da parte aérea (B), índice de qualidade de Dickson (C) e porcentagem de sobrevivência (D) de mudas de <i>D. gardneriana</i> produzidas em diferentes níveis de sombreamento.....	93
------------------	--	----

Figura 3.	Massa verde das raízes (A), da parte aérea (B), massa seca das raízes (C), da parte aérea (D) e massa seca total (MST) (E) de mudas de <i>D. gardneriana</i> produzidas em diferentes níveis de sombreamento.....	96
------------------	---	----

Figura 4.	Relação entre a massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA/MSR) (A), altura de planta e massa da parte aérea (AP/MSPA) (B), comprimento da parte aérea e da raiz primária (CPA/CR) (C) e porcentagem de raízes (%R) (D) de mudas de <i>D. gardneriana</i> produzidas em diferentes níveis de sombreamento.....	99
------------------	--	----

LISTA DE TABELAS

ARTIGO I BIOMETRIA E MORFOLOGIA DE SEMENTES, PLÂNTULA E PLANTA JOVEM DE *Dimorphandra gardneriana* Tul.

Tabela 1.	Estatística descritiva das dimensões (comprimento, largura e espessura) de sementes de <i>D. gardneriana</i>	17
------------------	--	----

ARTIGO II FORMAÇÃO DE MUDAS DE *Dimorphandra gardneriana* Tul. EM FUNÇÃO DO RECIPIENTE

Tabela 1.	Comprimento da parte aérea, da raiz primária, massa verde da parte aérea, das raízes, massa seca da parte aérea e das raízes de mudas de <i>D. gardneriana</i> produzidas em sacos de polietileno com diferentes diâmetros.....	45
------------------	---	----

Tabela 2.	Comprimento da parte aérea, da raiz primária, massa verde da parte aérea, das raízes, massa seca da parte aérea e das raízes de mudas de <i>D. gardneriana</i> produzidas em tubetes e garrafas do tipo pet com diferentes diâmetros.....	45
------------------	---	----

Tabela 3.	Relação entre a massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA/MSR), altura de planta e massa seca da parte aérea (AP/MSR), comprimento da parte aérea e da raiz primária (CPA/CR) e massa seca total (MST) de mudas de <i>D. gardneriana</i> produzidas em sacos de polietileno com diferentes diâmetros.....	47
------------------	--	----

Tabela 4.	Relação entre a massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA/MSR), altura de planta e massa seca da parte aérea (AP/MSR), comprimento da parte aérea e da raiz primária (CPA/CR) e massa seca total (MST) de mudas de <i>D. gardneriana</i> produzidas em tubetes e garrafas do tipo pet com diferentes diâmetros.....	47
------------------	--	----

Tabela 5.	Área foliar, índice de qualidade de Dickson (IQD), porcentagem de sobrevivência e de raízes (%R) de mudas de <i>D. gardneriana</i> produzidas em sacos de polietileno com diferentes diâmetros.....	48
Tabela 6.	Área foliar, índice de qualidade de Dickson (IQD), porcentagem de sobrevivência e de raízes (%R) de mudas de <i>D. gardneriana</i> produzidas em tubetes e garrafas do tipo pet com diferentes diâmetros.....	49
Tabela 7.	Coeficientes de correlação simples de Pearson entre as variáveis, massa verde das raízes (MVR), da parte aérea (MVPA), massa seca das raízes (MSR), da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), comprimento da raiz primária (CR), da parte aérea (CPA), índice de qualidade de Dickson (IQD), área foliar (AF), relação entre comprimento da parte aérea e raiz primária (CPA/CR), massa seca da parte aérea e raízes (MSPA/MSR), altura de planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA) e porcentagem de raízes (%R) de mudas de <i>D. gardneriana</i> produzidas em sacos de polietileno com diferentes diâmetros.....	51
Tabela 8.	Coeficientes de correlação simples de Pearson entre as variáveis, massa verde das raízes (MVR), da parte aérea (MVPA), massa seca das raízes (MSR), da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), comprimento da raiz primária (CR), da parte aérea (CPA), índice de qualidade de Dickson (IQD), área foliar (AF), relação entre comprimento da parte aérea e raízes (CPA/CR), massa seca da parte aérea e raízes (MSPA/MSR), altura de planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA) e porcentagem de raízes (%R) de mudas de <i>D. gardneriana</i> produzidas em tubetes e garrafas do tipo pet com diferentes diâmetros.....	52

ARTIGO III CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Dimorphandra gardneriana* Tul.
EM DIFERENTES SUBSTRATOS

Tabela 1.	Análise da fertilidade dos substratos utilizados para produção de mudas de <i>D. gardneriana</i>	75
Tabela 2.	Comprimento da parte aérea (CPA) e da raiz primária (CR), massa verde da parte aérea (MVPA) e das raízes (MVR), massa seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR) de mudas de <i>D. gardneriana</i> produzidas em diferentes substratos.....	77
Tabela 3.	Área foliar (AF), índice de qualidade de Dickson (IQD), porcentagem de sobrevivência (PS%) e massa seca total (MST) de mudas de <i>D. gardneriana</i> produzidas em diferentes substratos.....	78
Tabela 4.	Relação entre a massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA/MSR), altura de planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA), comprimento da parte aérea e da raiz primária (CPA/CR) e porcentagem de raízes (%R) de mudas de <i>D. gardneriana</i> produzidas em diferentes substratos.....	79
Tabela 5.	Coefficientes de correlação simples de Pearson entre as variáveis, massa verde da parte aérea (MVPA) e raízes (MVR), massa seca das raízes (MSR) e parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), comprimento da raiz primária (CR) e da parte aérea (CPA), índice de qualidade de Dickson (IQD), relação entre o comprimento da parte aérea e da raiz (CPA/CRA), massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA/MSR), altura de planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA), porcentagem de raízes (%R) e área foliar (AF).....	80

ARTIGO IV INFLUÊNCIA DO SOMBREAMENTO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Dimorphandra gardneriana* Tul.

Tabela 1.	Relação altura/diâmetro e diâmetro do caule de mudas de <i>D. gardneriana</i> produzidas em diferentes níveis de sombreamento.....	91
Tabela 2.	Coeficientes de correlação simples de Pearson entre a massa verde da parte aérea (MVPA) e das raízes (MVR), massa seca das raízes (MSR) e da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), comprimento da raiz primária (CR) e da parte aérea (CPA), índice de qualidade de Dickson (IQD), relação entre a massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA/MSR), altura de planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA), comprimento da parte aérea e da raiz primária (CPA/CR) e porcentagem de raízes (%R) de mudas de <i>D. gardneriana</i>	101

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	1
ABSTRACT GERAL.....	2
INTRODUÇÃO GERAL.....	3
REFERÊNCIAS	4
ARTIGO I.....	7
Resumo.....	8
Abstract.....	9
Introdução.....	9
Material e Métodos.....	11
Resultados e Discussão.....	14
Conclusões.....	32
Referências Bibliográficas.....	32
ARTIGO II.....	36
Resumo.....	37
Abstract.....	37
Introdução.....	38
Material e Métodos.....	39
Resultados e Discussão.....	41
Conclusões.....	53
Referências Bibliográficas.....	53
ARTIGO III.....	56
Resumo.....	57
Abstract.....	57

Introdução.....	58
Material e Métodos.....	60
Resultados e Discussão.....	62
Conclusões.....	71
Referências Bibliográficas.....	71
ARTIGO IV.....	81
Resumo.....	82
Abstract.....	83
Introdução.....	83
Material e Métodos.....	85
Resultados e Discussão.....	89
Conclusões.....	102
Referências Bibliográficas.....	103

SANTOS-MOURA, Sueli da Silva. **Morfologia e produção de mudas de *Dimorphandra gardneriana* Tul.** 2016. 105f. Tese (Doutorado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba, Areia - PB.

RESUMO GERAL

A descrição das estruturas morfológicas de sementes, plântulas e planta jovem é importante para a identificação e reconhecimento da planta no campo, assim como a utilização de mudas com elevado padrão de qualidade é fundamental para o sucesso dos plantios, porém as mesmas são influenciadas pelas tecnologias empregadas durante sua produção, dentre estas, o tipo e tamanho do recipiente, o substrato e a incidência luminosa exercem influência sobre o crescimento das plantas. Diante dessas considerações objetivou-se estudar os aspectos morfológicos das sementes, germinação, plântulas e planta jovem de *Dimorphandra gardneriana* Tul., bem como a influência do recipiente, substrato e níveis de sombreamento na produção de mudas desta espécie. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Análise de Sementes - (LAS), em casa de vegetação e no viveiro florestal pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais da Universidade Federal da Paraíba - Centro de Ciências Agrárias CCA - UFPB, em Areia Paraíba. No experimento I descreveram-se as seguintes características morfológicas externas das sementes: cor, textura e consistência dos tegumentos, forma das sementes, posição do hilo e da micrópila, rafe e outras estruturas presentes, além das características internas do embrião (cotilédones, eixo hipocótilo-radícula, plúmula, cilindro central) e presença de endosperma. Além do estudo da germinação, considerada desde a protrusão da raiz primária, avaliaram-se também as plântulas normais e amornais no quinto dia após a semeadura quando havia raiz e hipocótilo até a emissão dos protófilos, enquanto a planta jovem foi caracterizada quando as folhas estavam totalmente expandidas, observando-se a coloração, raízes (principal e secundária), colo, hipocótilo, cotilédones, epicótilo e emissão dos protófilos. No experimento II estudou-se a influência do recipiente na qualidade das mudas testando sacos de polietileno, tubetes e garrafas pets com diferentes diâmetros. No experimento III, os substratos utilizados para verificar o crescimento das mudas foram: Basaplant[®] comercial; terra vegetal; terra vegetal + areia nas proporções de 3:1, 1:1 e 1:3, terra vegetal + esterco bovino nas proporções de 3:1, 1:1 e 1:3. Para verificar a exigência das plantas quanto à intensidade luminosa, no experimento IV foram utilizados diferentes níveis de sombreamentos simulados com telas de poliolefinas de cor preta, tipo *sombrite*, sendo estes compostos pelo 0% de sombreamento (pleno sol) - T₁, 30% - T₂, 50% - T₃ e 70% de sombreamento - T₄. O estudo da morfologia é importante em estudos taxonômicos, trabalhos de laboratório e viveiro, bem como para estudos de regeneração natural. Para produção de mudas de *D. gardneriana* recomenda-se utilizar os sacos de polietileno de dimensões 15 x 28 cm, o substrato terra vegetal sem sombreamento.

Palavras-chave: fava d'anta, florestal, luminosidade, morfologia.

SANTOS-MOURA, Sueli da Silva. Morphology and production seedlings of *Dimorphandra gardneriana* Tul. 2016. 105f. Tese (Doutorado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba, Areia - PB.

ABSTRACT GERAL

The description of the morphological structures of seeds, seedlings and young plants is important for the identification and recognition of the plant in the field, also using seedlings with high standard of quality is fundamental to the success of fields and it depends on the technologies used during production, among those factors the type and size of the container, the substrate and the light incidence influence on plant growth. With this, the objective was to study the morphology of seeds, germination, seedlings and young plants of *Dimorphandra gardneriana* Tul., and the influence of the container substrate and shading levels in the production of seedlings of this species. The experiments were carried out at the Laboratory of Seed Analysis (LSA), in a greenhouse and in the seedling nursery of the Department of Plant Science and Environmental Sciences at the Center of agricultural science of the Federal University of Paraíba – (CCA UFPB) in Areia Paraíba. In the experiment I it was described the external morphological characteristics of seeds: color, texture and consistency of the integument, form of seeds, position of the hilum and micropyle, raphe and other structures present in addition to the internal characteristics of the embryo (cotyledon, hypocotyl axis - roots, plumule, central cylinder) and the presence of endosperm. Also in the germination study, which was considered from the primary root protrusion it was evaluated also the normal seedlings on the fifth day after sowing when there was root and hypocotyl to the production of protophylus while the young plant was characterized when the leaves were fully expanded, observing the color, roots (primary and secondary), lap hypocotyl, cotyledons, epicotyl and issued protophylus. The second experiment studied the influence of the container in the quality of seedlings and it was tested plastic bags, tubes and plastic bottles with different diameters. In the experiment III, the substrates used to assess the growth of seedlings were the commercial Basaplant®; vegetable soil; vegetable soil + sand in the proportions of 3:1, 1:1 and 1:3; vegetable soil + cattle manure in the proportion of 3:1, 1:1 and 1:3. To check the requirement of plants as the light intensity in the experiment IV it was used different levels of shading simulated with polyolefins screens black in color shading being the treatments at 0% shading (full sun) - T₁, 30% - T₂, 50 % - T₃ and 70% shading - T₄. The study of morphology is important in taxonomic studies for laboratory and nursery studies as well as natural regeneration. For production of *D. gardneriana* seedlings is recommended to use the dimensions of polyethylene bags 15 x 28 cm, the vegetable soil substrate and without shading.

Keywords : fava d' anta , forest , light, morphology.

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é rico em espécies florestais nativas, sendo que muitas destas possuem frutos com boas fontes de nutrientes e compostos com atividades químicas e farmacológicas, dentre as quais destaca-se a fava d'anta (*Dimorphandra gardneriana* Tul.) uma leguminosa, cujos frutos são utilizados na extração de rutina para o abastecimento da indústria farmacêutica (MONTANO et al., 2007; ZANI et al., 2013).

Com relação ao gênero *Dimorphandra* são conhecidas aproximadamente 43 espécies, sendo *D. mollis* Benth. e *D. gardneriana* Tul. consideradas as mais importantes pela frequência que são encontradas na natureza e por sua utilização na indústria química e farmacêutica (CUNHA et al., 2009; GONÇALVES et al., 2010).

O estudo das características morfológicas das plântulas nos estádios iniciais de desenvolvimento proporciona a identificação das plantas na fase jovem, permitindo a separação de espécies muito semelhantes, contribuindo para as pesquisas de regeneração natural, auxiliando na compreensão da dinâmica de populações vegetais e no reconhecimento da fase sucessional em que a floresta se encontra (DONADIO e DEMATTÊ, 2000; FERREIRA et al., 2001). A caracterização biométrica de sementes é importante para diferenciar a intensidade de variação das espécies relacionada a fatores ambientais, como as reações das populações quando estabelecidas em outro ambiente (RODRIGUES et al., 2006).

A avaliação da qualidade das mudas de plantas arbóreas ainda no viveiro, por meio de índices que expressam relações entre as características de crescimento pode ser uma ferramenta para identificar seu adequado desenvolvimento e o máximo potencial para sobrevivência após o transplante no campo (SILVA et al., 2012). Porém, a obtenção de mudas de qualidade vai depender dentre outros fatores, do sucesso das tecnologias empregadas durante sua produção, tais como, índice de luminosidade, recipientes e substratos, uma vez que estes fatores podem interferir na sobrevivência das plântulas e nas variáveis de crescimento, como comprimento da parte aérea, diâmetro do colo, peso da parte aérea e raiz, relação parte aérea/raiz e na formação do sistema radicular.

O tamanho do recipiente para produção da muda tem importância porque influencia diversas características e pode interferir no percentual de sobrevivência no campo, além de atuar sobre o crescimento das raízes e parte aérea da planta (LIMA et al., 2006). Por outro lado, o substrato tem por finalidade proporcionar condições adequadas à germinação e desenvolvimento inicial das mudas, sendo fundamental para o bom desenvolvimento das raízes, devendo possuir baixa densidade, boa capacidade de absorção e retenção de água, boa

aeração e drenagem para evitar o acúmulo de umidade, além de estar isento de pragas, patógenos causadores de doenças e substâncias tóxicas (WEDLING et al., 2002).

A avaliação da influência de condições luminosas sobre a produção de mudas é de suma importância, uma vez quando fornecidas adequadamente pode gerar maior taxa de crescimento e melhor desenvolvimento das plantas. O sombreamento artificial simulado com telas do tipo “sombrite” tem sido muito utilizado nas pesquisas para avaliar a necessidade de luz das plantas na fase inicial de desenvolvimento em condições de viveiro, por ser uma prática capaz de isolar e quantificar o efeito da luminosidade, além de fornecer condições uniformes para as parcelas experimentais, quando comparadas aos estudos em condições naturais (RÊGO e POSSAMAI, 2006). Dessa forma, estudos referentes à adaptação de espécies arbóreas submetidas a diversas intensidades luminosas são importantes para obtenção de informações sobre o comportamento e desenvolvimento de espécies vegetais (LIMA et al., 2010).

Algumas pesquisas têm sido desenvolvidas testando recipientes, substratos e níveis de luminosidades para a produção de mudas de espécies florestais com a finalidade de obter resultados consistentes e determinar a tecnologia mais adequada para produção de mudas de diferentes espécies, a exemplo de Guareschi et al. (2015) com mudas de *Bauhinia forficata* Link, Delarmelina et al. (2015) em seu estudo com a produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii* (Collad.) Killip var. *latistipula* (Benth.) e Azevedo et al. (2015) com mudas de *Azadirachta indica* A. Juss.

Diante do exposto objetivou-se estudar os aspectos morfológicos das sementes, germinação, plântulas e planta jovem de *Dimorphandra gardneriana* Tul., bem como a influência de recipientes, substratos e níveis de sombreamento na produção de mudas desta espécie.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, G.T.O.S.; NOVAES, A.B.; AZEVEDO, G.B.; SILVA, H.F. Desenvolvimento de mudas de nim indiano sob diferentes níveis de sombreamento. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.22, n.2, p.249-255, 2015.
- CUNHA, P.L.R.; PAULA, R.C.M.; FEITOSA, J.P.A. Polissacarídeos da biodiversidade brasileira: uma oportunidade de transformar conhecimento em valor econômico. **Química Nova**, São Paulo, v.32, n.3, p.649-660, 2009.

DELARMELINA, W.M.; CALDEIRA, M.V.W.; FARIA, J.C.T.; LACERDA, L.C. Uso de resíduo orgânico em substrato para produção de *Chamaecrista desvauxii* (Collad.) Killip var. *latistipula* (Benth.). **Cerne**, Lavras, v.21, n.3, p.429-437, 2015.

DONADIO, N.M.M.; DEMATTÊ, M.E.S.P. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) e jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr.All. ex Benth.). Fabaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.22, n.1, p.64-73, 2000.

FERREIRA, R.A.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; MALAVASI, M.M. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de *Dimorphandra mollis* Benth. - faveira (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.3, p.303-309, 2001.

GONÇALVES, A.C.; REIS, C.A.F.; VIEIRA, F.A.; CARVALHO, D. Estrutura genética espacial em populações naturais de *Dimorphandra mollis* (Fabaceae) na região Norte de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.33, n.2, p.325-332, 2010.

GUARESCHI, D.G.; LANZARINI, A.C.; LAZAROTTO, M.; MACIEL, C.G.; BARBIERI, G. Envelhecimento acelerado de sementes e qualidade de plântulas de *Bauhinia forficata* Link em diferentes substratos e tamanhos de tubetes. **Revista Agro@mbiente**, Boa Vista, v.9, n.1, p.65-71, 2015.

LIMA, M.A.O.; MIELKE, M.S.; LAVINSKY, A.O.; FRANÇA, S.; ALMEIDA, A.F.; GOMES, F.P. Crescimento e plasticidade fenotípica de três espécies arbóreas com uso potencial em sistemas agroflorestais. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.38, n.87, p.527-534, 2010.

LIMA, R.L.S.; SEVERINO, L.S.; SILVA, M.I.L.; VALE, L.S.; BELTRÃO, N.E.M. Volume de recipientes e composição de substratos para produção de mudas de mamoneira. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.3, p.480-486, 2006.

MONTANO, H.G.; SILVA, G.S.; ROCHA, R.C.; JIMENEZ, N.Z.A.; PEREIRA, R.C.; BRIOSO, P.S.T. Phytoplasma in “fava d’anta” tree (*Dimorphandra gardneriana*) in Brazil. **Bulletin of Insectology**, Bolonha, v.60, n.2, p.147-148, 2007.

REGO, G.M.; POSSAMAI, E. Efeito do Sombreamento sobre o Teor de Clorofila e Crescimento Inicial do Jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisa**. Colombo, n.53, p.179-194, 2006.

RODRIGUES, A.C.C.; OSUNA, J.T.A.; OLIVEIRA, S.R.; QUEIROZ, D.; RIOS, P.S. Biometria de frutos e sementes e grau de umidade de sementes de angico (*Anadenanthera*

colubrina (Vell.) Brenan Var. *cebil* (Griseb.) Altschul) procedentes de duas áreas distintas. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, v.4, n.8, p.1-15, 2006.

SILVA, R.F.; SAIDELLES, F.L.F.; KEMERICH, P.D.C.; STEFFEN, R.B.; SWAROWSKY, A.; SILVA, A.S. Crescimento e qualidade de mudas de Timbó e Dedaleiro cultivadas em solo contaminado por cobre. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.8, p.881-886, 2012.

WEDLING, I.; GATTO, A.; PAIVA, H.N. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2002. 166p.

ZANI, L.B.; DUARTE, I.D.; MOROZESK, M.; BONOMO, M.M.; ROCHA, L.; CORTE, V.B. A utilização e potencial das sementes florestais. **Natureza on line**, Santa Tereza, v.11, n.3, p.118-124, 2013.

Artigo I**MORFOLOGIA DE SEMENTES, PLÂNTULA E PLANTA JOVEM DE *Dimorphandra
gardneriana* Tul.**

MORFOLOGIA DE SEMENTES, PLÂNTULA E PLANTA JOVEM DE *Dimorphandra gardneriana* Tul.

RESUMO - Objetivou-se estudar os aspectos morfológicos das sementes, germinação, plântulas e planta jovem de *Dimorphandra gardneriana* Tul. O trabalho foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), Areia - PB. As características morfológicas externas das sementes observadas foram: a cor, textura e consistência dos tegumentos, forma das sementes, posição do hilo e da micrópila, rafe e outras estruturas presentes, além das características internas do embrião (cotilédones, eixo hipocótilo-radícula, plúmula, cilindro central) e presença de endosperma. A curva de imbebição das sementes foi determinada através do peso das sementes por um período de 90 horas, com avaliações a cada seis horas, sendo a germinação considerada desde a protrusão da raiz primária e as plântulas normais avaliadas no quinto dia após a semeadura. A maioria das características morfológicas identificadas nas plântulas e plantas de *D. gardneriana* se assemelha às observadas para outras espécies do mesmo gênero.

Palavras-chave: fava-d'anta, espécie florestal, imbebição.

MORPHOLOGY OF SEED, SEEDLING AND YOUNG PLANT OF *Dimorphandra gardneriana* Tul.

ABSTRACT - The objective of this study was to assess the morphology of seeds, germination, seedlings and young plants of *Dimorphandra gardneriana* Tul. The work was carried out at the Laboratory of Seed Analysis (LSA) of the Center of agricultural Science of the Federal University of Paraíba (CCA-UFPB). The external morphological characteristics of seeds assessed were: color, texture and consistency of the integument, form of seeds, position of the hilum and micropyle, raphe and other structures present in addition to the internal characteristics of the embryo (cotyledon, hypocotyl-radicle axis, plumule, central cylinder) and the presence of endosperm. The imbibition curve of seeds was determined by the weight of the seeds for a period of 90 hours, with assessments every six hours, germination was considered from the radicle protrusion and normal seedlings evaluated on the fifth day after sowing. Most morphological characteristics identified in seedlings and plants *D. gardneriana* resemble those observed for other species of the same genus.

Keywords: fava-danta, forest species, soaking.

INTRODUÇÃO

A espécie *Dimorphandra gardneriana* Tul., mais conhecida como faveira ou fava d'anta, pertencente à família Fabaceae é típica do cerrado e da caatinga do Brasil (Pires et al., 2010). A referida espécie ocorre naturalmente nos Estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Pernambuco, Bahia, Pará, Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais (Montano et al., 2007).

O seu fruto é um legume, achatado, indeiscente, de superfície irregular, com ápice e base arredondados, de coloração inicialmente verde, variando de marrom-escuro a quase

negro quando maduro e pode medir até 15 cm de comprimento (Ribeiro-Silva et al., 2012), os quais têm importância econômica pelo fato de ser matéria prima para a extração de rutina, um importante flavonóide com propriedades antioxidantes e efeitos anti-inflamatórios (Montano et al., 2007).

O estudo da morfologia auxilia na identificação botânica das espécies, interpretação dos testes de laboratório, reconhecimento da espécie em bancos de sementes do solo e em formações florestais, contribuindo para o estudo dos mecanismos de dispersão, sucessão e regeneração natural das espécies (Melo et al., 2004). A caracterização biométrica de sementes é importante para diferenciar a intensidade de variação das espécies relacionada a fatores ambientais, como as reações das populações quando estabelecidas em outro ambiente (Rodrigues et al., 2006).

As sementes possuem uma diversidade enorme em relação aos aspectos externos e internos devido às estratégias de dispersão, de forma que o estudo de sua morfologia constitui uma importante ferramenta para a identificação das espécies (Groth & Liberal, 1988), auxiliando nas pesquisas sobre o processo germinativo das sementes pelo fato de proporcionar uma correta interpretação dos testes de germinação (Abud et al., 2012).

O conhecimento das características morfológicas das plântulas nos estádios iniciais de desenvolvimento propicia a identificação das plantas na fase jovem, permitindo a separação de espécies muito semelhantes, contribuindo para os estudos de regeneração natural, auxiliando na compreensão da dinâmica de populações vegetais e no reconhecimento da fase sucessional em que a floresta se encontra (Donadio & Demattê, 2000; Ferreira et al., 2001).

O estudo da absorção de água pelas sementes traz informações sobre o comportamento germinativo, uma vez que o padrão trifásico e a velocidade de absorção de água não ocorrem de forma semelhante nas sementes das diferentes espécies. Neste sentido, Albuquerque et al. (2009) afirmaram que a variação na velocidade de embebição ocorre devido às características

do tegumento, principalmente o nível de permeabilidade e da composição química do tecido de reserva.

Estudos morfológicos para identificação de frutos, sementes, plântulas e planta jovem de espécies da família Fabaceae foram realizados por Duarte et al. (2015) com *Albizia edwallii* (Hoehne) Barneby, Ferreira & Barreto, (2015) com *Caesalpinia echinata* Lamarck, Ribeiro et al. (2015) com *Parkia gigantocarpa* Ducke e Reis et al. (2016) com *Apuleia molaris* spruce ex benth, bem como, do gênero *Dimorphandra* por Ferreira et al. (2001) para *Dimorphandra mollis* Benth. e Lopes & Matheus (2008) para *Dimorphandra wilsonii* Rizz., contudo, não existe informação sobre as características morfológicas da espécie em estudo. Portanto objetivou-se estudar a morfologia das sementes, germinação, plântulas e planta jovem de *D. gardneriana* Tul.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de *Dimorphandra gardneriana* Tul. foram colhidos de 10 árvores matrizes localizadas em remanescentes florestais próximos às cidades de Jardim e Crato, no Ceará, em 2013. Na mesma área realizou-se o beneficiamento que consistiu na abertura manual dos frutos para extração das sementes, as quais foram transportadas em sacos de polietileno para o Laboratório de Análise de Sementes (LAS) pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. As sementes foram acondicionadas em sacos de polietileno e ficaram armazenadas em câmara fria a uma temperatura de 15 °C, mantidas em baldes de plástico fechados até a realização do experimento. O estudo da morfologia e biometria foi realizado em novembro de 2015, sendo feitas as seguintes avaliações.

Determinação do teor de água - realizada antes da instalação do experimento, pelo método da estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas (Brasil, 2009a), utilizando quatro repetições de 10 sementes, com os resultados expressos em porcentagem.

Biométrica das sementes - o comprimento, largura e espessura das sementes foram medidos, com o auxílio de um paquímetro de precisão de 0,01 mm, sendo o comprimento medido da base até o ápice e a largura e espessura medidas na linha mediana das sementes e os resultados expressos em milímetros.

Morfológicos da semente - para a descrição da morfologia externa e interna, 50 sementes foram escarificadas do lado oposto ao hilo e imersas em água destilada por 48 horas para facilitar a retirada do tegumento. Além da avaliação da semente intacta foi realizada a remoção do tegumento e analisadas as estruturas internas da semente com o auxílio de uma lupa estereoscópica (Modelo Czm4). Para melhor visualização do eixo embrionário realizou-se um corte longitudinal no embrião utilizando-se um bisturi, visando adequada observação das estruturas internas da semente.

As características morfológicas externas da semente observadas e descritas foram a cor, textura e consistência dos tegumentos, forma das sementes, posição do hilo e da micrópila, rafe e outras estruturas presentes. As características internas foram: o embrião (cotilédones, eixo hipocótilo-radícula, plúmula, cilindro central) e presença de endosperma. A terminologia empregada está de acordo com os trabalhos de Ferreira et al. (2001), Damião Filho (2005), Lopes & Matheus (2008), Brasil (2009b) e Appezzato-da-Glória & Carmello-Guerreiro (2012).

Curva de embebição - foi realizada com 100 sementes, divididas em quatro repetições de 25, as quais foram distribuídas sobre duas folhas de papel toalha, cobertas com uma terceira e organizadas em forma de rolo. O papel toalha foi umedecido com água destilada, com a quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco, posteriormente os

rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes, de 0,04 mm de espessura, com a finalidade de evitar a perda de água por evaporação e colocados em germinador do tipo *Biological Oxygen Demand* (B.O.D.) na temperatura alternada de 20-30 °C (Ursulino, 2013). Antes da distribuição das sementes no substrato foi realizada a pesagem das quatro repetições para se obter o peso inicial e, posteriormente, as pesagens ocorreram nos seguintes períodos: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 54, 60, 66, 72, 78, 84 e 90 horas, sendo a embebição medida pela determinação do aumento de peso das sementes e da diferença de peso das sementes a cada tempo de embebição (massa em gramas). A pesagem das sementes foi encerrada quando se observou a emissão da raiz primária de algumas sementes, caracterizando a terceira fase da germinação, conforme adaptações de Albuquerque et al. (2009).

Curva de germinação - após a emissão da raiz primária em algumas sementes da avaliação anterior encerrou-se o estudo da embebição e iniciou-se a avaliação da germinação, a qual ocorreu após 90 horas de embebição, caracterizando-se pelo alongamento do eixo embrionário, com avaliações a cada 6 horas das sementes que haviam emitido a raiz primária, encerrando às 150 horas quando todas as sementes tinham emitido a raiz. A germinação foi considerada desde a protrusão da raiz primária e a contagem das plântulas normais foi realizada no quinto dia após a instalação do teste quando se verificou o desenvolvimento de raiz primária e hipocótilo até a emissão dos protófilos.

Descrições morfológicas da germinação, plântulas e planta jovem - paralelamente a avaliação da germinação e formação de plântulas foram realizadas descrições das estruturas em cada estágio de desenvolvimento, sendo o estágio de plântula considerado desde a emissão do hipocótilo até a formação dos protófilos, enquanto a planta jovem foi caracterizada quando as folhas estavam totalmente expandidas.

Os elementos vegetativos descritos e ilustrados foram a raiz (principal e secundária), colo, hipocótilo, cotilédones, epicótilo, protófilos (de 1ª e 2ª ordem) e caule, sendo que os caracteres morfológicos ilustrados foram ampliados ou reduzidos quando necessário. As estruturas foram fotografadas com máquina fotográfica, a olho nu ou com o auxílio de uma lupa estereoscópica (Modelo Czm4).

Para avaliação da fase de planta jovem foram semeadas de 100 sementes em uma bandeja plástica perfurada no fundo, com dimensões de (49 x 33 x 7 cm de comprimento, largura e profundidade, respectivamente) contendo substrato vermiculita umedecido a 60% da capacidade de campo e mantida a sombra por 15 dias, cuja profundidade de semeadura foi de 2 cm. Posteriormente a bandeja foi colocada em casa de vegetação, irrigada diariamente por mais 45 dias, de forma que a avaliação das características morfológicas da planta jovem foi avaliada aos 60 dias após a semeadura, cuja metodologia foi adaptada de Braz et al. (2012).

Análise estatística

Os dados obtidos da biometria (comprimento, largura e espessura) das sementes foram submetidos à análise estatística descritiva utilizando o programa estatístico Sisvar 5.6 (Ferreira, 2011), calculando-se a média, desvio padrão, variância, coeficiente de variância, valores de máximo e mínimo e frequência relativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Biometria das sementes

A distribuição da frequência relativa do comprimento, largura e espessura de sementes de *Dimorphandra gardneriana* Tul., encontra-se na Figura 1, pela qual observou-se que para o comprimento (Figura 1A) constatou-se uma variação de 8,56 a 14,5 mm, todavia, os valores mais frequentes foram nos intervalos de 10,94 a 12,13 mm, totalizando 50% das sementes

avaliadas. Com relação à largura, verificou-se que em 88% das sementes analisados a mesma variou de 4,13 a 5,8 mm, enquanto para a espessura, os dados analisados demonstraram pequena variação, com aproximadamente 85% das sementes variando entre 3,92 a 4,49 mm (Figura 1B-C), respectivamente.

Para as características avaliadas nas sementes constatou-se pouca variação, tendo em vista que a maior parte dos dados analisados referentes à largura e espessura se agrupou em duas classes, enquanto para o comprimento verificou-se que 50% dos valores obtidos se agruparam em quatro classes, no entanto, identificou-se pouca variação, uma vez que a diferença entre os valores agrupados nessas classes foi pequena.

O número de classes utilizadas permitiu identificar a baixa variabilidade nesses caracteres, uma vez que a distribuição da frequência deve ter um número de classes adequado, para não prejudicar a interpretação do fenômeno em estudo, desta forma, o agrupamento dos dados em classes tornou visível a baixa variação existente entre o comprimento, diâmetro e espessura das sementes da espécie em estudo.

Nas sementes de *Erythrina velutina* Willd., essas características também foram pouco variáveis, cujo comprimento médio foi de 12,54 mm (variando de 10,83 a 13,96 mm), largura média de 8,15 mm (variando de 7,13 a 9,32 mm) e espessura média de 7,66 mm (variando de 6,54 a 8,64 mm), predominando sementes com 12,08-12,71; 8,01-8,44 e 7,38-7,80 mm de comprimento, largura e espessura, respectivamente (Silva et al., 2008).

Por outro lado, foram descritos valores médios para comprimento (12 a 21 cm), largura (6,0 a 9,5 mm) e espessura (1,0 a 2,0 mm) das sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr com certa variação, provavelmente em função da variabilidade genética entre matrizes e da influência ambiental durante seu desenvolvimento (Felippi et al., 2012).

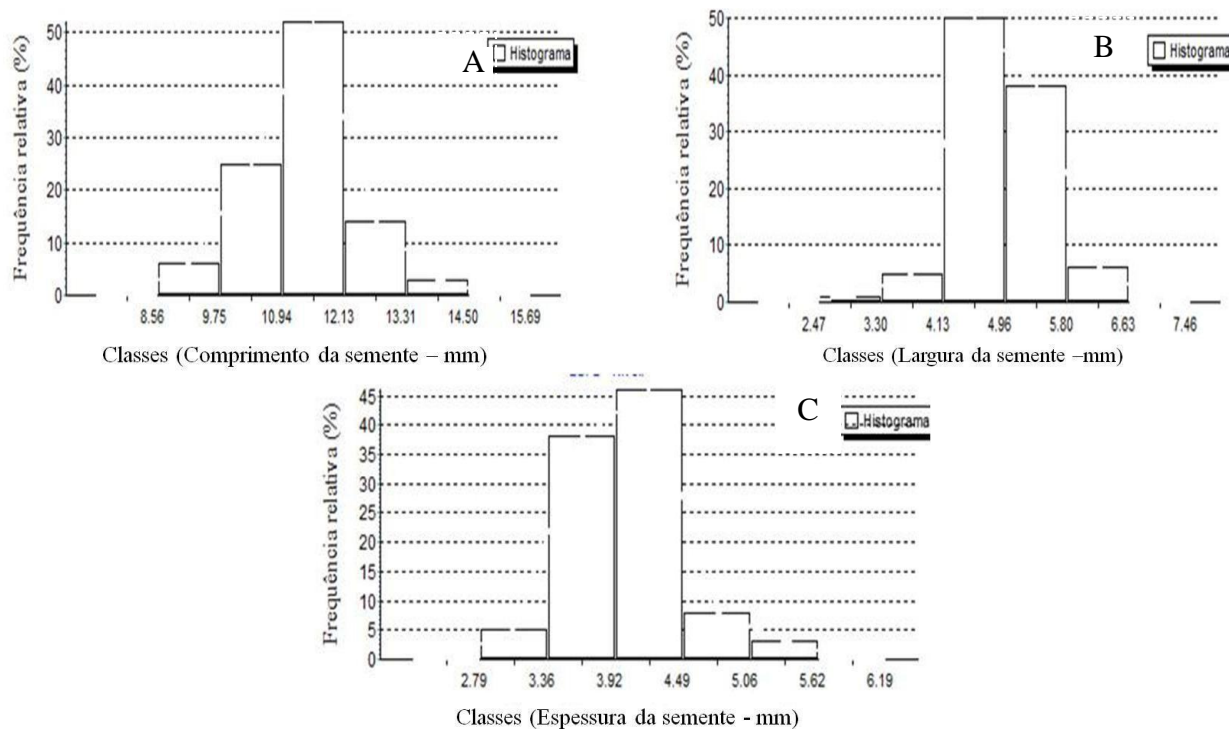


Figura 1. Distribuição de frequência relativa do comprimento (A), largura (B) e espessura (C) de semente de *D. gardneriana*.

Para o comprimento médio das sementes de *D. gardneriana* (Tabela 1), obteve-se um valor de 11,95 mm, com máximo de 14,50 mm e mínimo de 9,75 mm, amplitude de 4,75 mm e coeficiente de variação de 7,92%, enquanto a largura média foi 5,33 mm, sendo o máximo de 6,63mm e o mínimo 3,30 mm, cuja amplitude foi 3,30 mm e coeficiente de variação de 9,76%, enquanto a espessura média das sementes foi de 4,30 mm e valores de máximo e mínimo de 5,63 e 3,36 mm, respectivamente com coeficiente de variação de 9,97.

Com base nos parâmetros estatísticos utilizados, principalmente o desvio padrão e o coeficiente de variação, pode-se perceber que as características avaliadas têm baixa variabilidade, tendo em vista os baixos valores do desvio padrão, demonstrando que os valores medidos se concentraram em torno da média, indicando pequena variação entre as observações.

Tabela 1. Estatística descritiva das dimensões (comprimento, largura e espessura) de sementes de *D. gardneriana*.

Parâmetros estatísticos	Comprimento	Largura	Espessura
	mm		
Média	11,95	5,33	4,30
Desvio padrão	0,95	0,52	0,43
Variância	0,90	0,27	0,18
Máximo	14,50	6,63	5,62
Mínimo	9,75	3,30	3,36
CV (%)	7,92	9,76	9,97

Os valores médios de comprimento, largura e espessura das sementes de *Dimorphandra gardneriana* Tul. foram próximos aos de Ferreira et al. (2001) para *Dimorphandra mollis* Benth., cujo comprimento médio da semente foi de 12,4 mm (variando de 8,7 a 13,5 mm), largura média de 5,1 mm (variando de 4,3 a 5,9 mm) e espessura média de 3,9 mm (variando de 3,0 a 4,8 mm). No entanto, no que se refere ao comprimento e a largura das sementes, estes foram inferiores aos valores obtidos por Lopes & Matheus (2008) para *Dimorphandra wilsonii* Rizz., uma vez que verificaram comprimento médio de 17,9 mm (variando de 16,0-19,0 mm), largura média 6,7 mm (6,0-7,0 mm) e espessura média de 4,3mm (3,0-5,0 mm).

O comprimento, largura e espessura das sementes de *Canavalia dictyota* Piper variaram de 14,8-17,5 x 9,7-12,3 x 6,39,3 mm, respectivamente (Prado & Rodrigues, (2013), enquanto que as sementes de *Clitoria fairchidiana* Howard tem comprimento médio de $15,1 \pm 1,3$ mm, largura média de $13,8 \pm 1,1$ mm e espessura média de $2,40 \pm 0,3$ mm, predominando sementes entre 13,8 e 15,0 mm, 13,2 e 14,2 mm, e 2,1 e 2,5 mm de comprimento, largura e espessura, respectivamente (Costa et al., 2014). Para as sementes de *Parkia gigantocarpa* Ducke o comprimento variou de 14,92 a 26,8 mm, largura de 7,85 a 12,87 e 3,27 a 7,77 mm de

espessura, com valores médios de 21,25; 10,43 e 6,15 mm, respectivamente (Ribeiro et al., 2015).

A determinação do tamanho das sementes é importante para verificar sua padronização dentro da espécie, uma vez que as sementes de maior tamanho são consideradas mais vigorosas e podem influenciar diretamente no vigor das mudas produzidas, no entanto, esta característica é variável entre e dentro da própria espécie. Neste contexto, Ferreira et al. (2001) ressaltaram que as características biométricas não devem ser usadas como caráter de identificação porque pode haver diferenças dentro dos indivíduos de uma população e também entre diferentes procedências.

Com relação ao gênero *Dimorphandra* existem cerca de 43 espécies conhecidas, sendo *D. mollis* Benth. e *D. gardneriana* Tul. consideradas as mais importantes pelo fato de serem encontradas com frequência na natureza e serem as mais coletadas e utilizadas na indústria química e farmacêutica (Cunha et al., 2009; Gonçalves et al., 2010). Assim, dados referentes às características físicas e fisiológicas de suas sementes são importantes para a tecnologia de sementes, bem como para o planejamento da colheita de sementes e produção de mudas em viveiro (Ferreira et al., 2001).

Morfologia externa da semente

As sementes de *Dimorphandra gardneriana* Tul. são eurispérmicas, ou seja, possuem diferentes formas, variando de oblonga a largoelípticas, com testa lisa de coloração marrom a vermelho-telha, dura e impermeável a água, o hilo é pequeno, circular, localizado na base da semente, homocrômico, tornando-se perceptível devido a um ponto amarelado resultante de um funículo longo-filiforme. A micrópila é quase imperceptível (inconspícua), no entanto, a calaza é a estrutura mais visível do tegumento, a qual é uma faixa mais escura do que a testa, circundando totalmente a semente, caracterizando uma semente paquicalazal. O pleurograma

é uma linha mais clara que o tegumento que delimita a calaza e circunda toda a semente, enquanto a rafe localiza-se no dorso da semente, caracterizada por uma linha mais escura, indo da base até o ápice (Figura 2).

As sementes paquicalazais são revestidas pela paquicalaza, uma estrutura complexa construída pela multiplicação das células dos dois tegumentos fundidos entre si e ao nucelo, com uma calaza muito extensa (Ferreira & Borghetti, 2004).

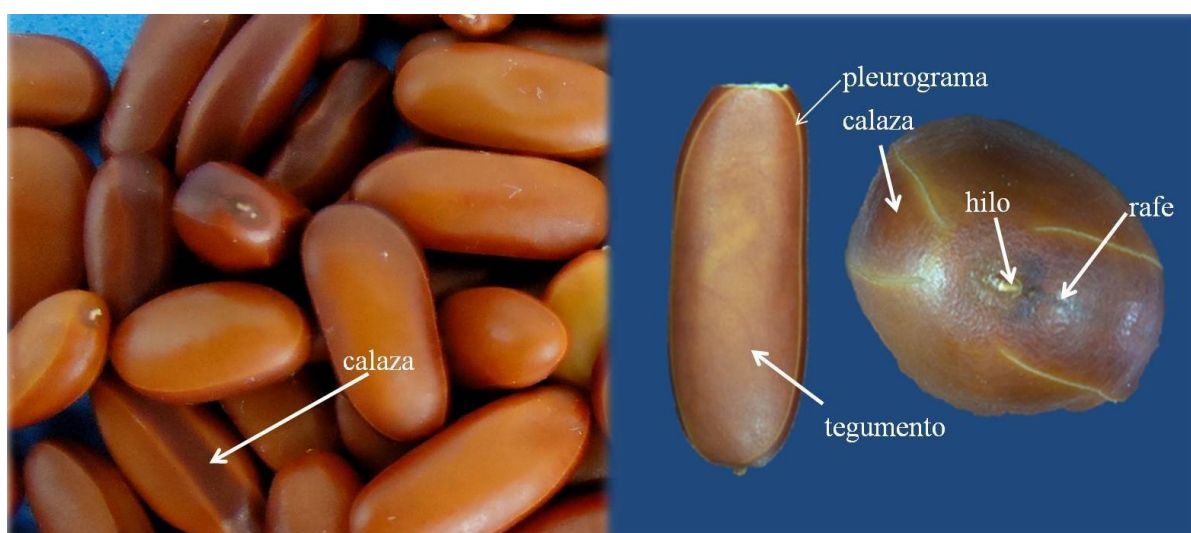


Figura 2. Aspectos externos da semente de *D. gardneriana*.

Nos óvulos das Angiospermas a calaza corresponde à parte onde passam os vasos que conduzem a seiva do funículo à nucela, na superfície do tegumento é visível na forma de uma mancha mais escura ou mais clara, ou na forma de uma faixa escura que pode circundar parcial ou totalmente a semente (Brasil, 2009b), como foi verificado nas sementes de *D. gardneriana*.

As sementes variam em tamanho, forma, coloração e aspecto superficial da testa, sendo estas variações de grande relevância para sua identificação, ressaltando-se que o tegumento pode ter coloração uniforme, nos tons castanho, preto, cinza, branco, vermelho, amarelo-esverdeado, porém para a maioria das sementes a cor predominante é a marrom em suas

várias tonalidades, sendo às demais pouco frequentes, estando relacionadas com a dispersão por animais (Damião Filho, 2005; Appezzato-da-Glória & Carmello-Guerreiro, 2012).

As características externas das sementes da espécie em estudo demonstram semelhanças com as obtidas por Ferreira et al. (2001) para *Dimorphandra mollis* Benth., os quais descreveram as sementes como sendo eurispérmicas, oblongas, reniformes ou largoelípticas, hilos pequenos circulares localizados na sua base, calaza as circundando quase totalmente e rafe presentes no seu dorso.

As sementes de *Dimorphandra wilsonii* Rizz. têm formato variando de elíptico a reniforme, são oblongas e algumas vezes levemente recurvadas, de coloração marrom-clara a avermelhada, hilo elipsóide de tamanho muito reduzido, localizado na base da semente, micrópila inconspícua, rafe inicialmente como uma depressão ao lado do hilo e posteriormente como cicatriz no dorso das mesmas, da base ao ápice a calaza é visível como uma faixa mais escura do que a testa e circunda a semente (Lopes & Matheus, 2008).

Em outras espécies da família Fabaceae, como *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. Felippi et al. (2012) descreveram formato elíptico, com tegumento de coloração castanho-brilhante a escura. Nas sementes de *Inga ingoides* (Rich) Willd., Braz et al. (2012) identificaram forma obvada, variando para oblonga, algumas com coloração verde escuro e outras verde mais claro, testa de textura delgada, superfície lisa e brilhosa. No estudo de Prado & Rodrigues (2013) com *Canavalia dictyota* Piper, as sementes foram descritas como simétricas, oblongas, comprimidas lateralmente; testa glabra, coriácea, com coloração castanho-amarelada com manchas marrons, opaca a levemente brilhante, enquanto as sementes de *Clitoria fairchidiana* Howard são exalbuminosas, orbiculares, plano-convexas e de coloração castanha (Costa et al., 2014).

Morfologia interna da semente

A semente de *Dimorphandra gardneriana* Tul. é unitegumentada, salientando-se que nas sementes paquicalazais, os integumentos do óvulo se fundem resultando em apenas um, o qual divide-se em camadas. No caso das sementes em estudo, ao se intumescer, o tegumento divide-se em duas camadas distintas, sendo a externa córnea, de espessura fina e a interna um pouco mais espessa de cor marrom-clara, fortemente aderido ao tecido de reserva (Figura 3A, E e F), evidenciando característica da família Fabaceae.

Nas Fabaceae o integumento interno do óvulo desaparece e o externo se diferencia em camadas, a epiderme permanece unicariada e origina a camada paliçádica, característica que, em algumas espécies dessa família é responsável pela impermeabilidade à água (Costa et al., 2014). Ressaltando-se que a estrutura do tegumento da semente depende de características específicas do óvulo, principalmente com relação ao número e espessura do tegumento, do arranjo do tecido vascular e das modificações sofridas pelo mesmo durante o desenvolvimento e maturação das sementes (Carvalho & Nakagawa, 2012).

As características avaliadas no tegumento das sementes de *D. gardneriana*, principalmente com relação ao número de tegumento diferem daquelas observadas em *Dimorphandra mollis* Benth. (Ferreira et al., 2001) e *Dimorphandra wilsonii* Rizz (Lopes & Matheus, 2008) porque as mesmas são bitegumentadas, embora pertençam ao gênero *Dimorphandra*.

O aspecto externo da semente é definido pelos diferentes tipos de tegumento, que pode variar com a espécie, por isso a maneira como esses tegumentos se desenvolvem constitui uma importante característica da espécie e, seu conhecimento é relevante para a correta interpretação e identificação da semente madura, tendo em vista que os seus envoltórios são influenciados pelo ambiente e podem sofrer modificações durante a formação das sementes (Damião Filho, 2005; Appezzato-da-Glória & Carmello-Guerreiro, 2012).

As sementes de *D. gardneriana* são albuminosas, com endosperma abundante, ocupando a maior parte da semente, em estado seco tem textura córnea, porém, quando hidratado torna-se gelatinoso, incolor, o qual envolve totalmente o embrião, exceto no dorso da semente (Figura 3B e C). O embrião é dominante, axial, invaginado, com dois cotilédones opostos, retos, foliáceos, lisos e iguais, oblongos, membranáceos de coloração amarelada, com nervura central pouco visível e invaginação na base, no ponto de inserção do eixo hipocótilo-radícula (Figura 3D e G). O eixo embrionário é curto, reto, cilíndrico e pequeno em relação ao tamanho dos cotilédones, de coloração creme, sendo a maior parte ocupada pelo eixo hipocótilo-radícula, com cilindro central visível, pólo radicular arredondado e plúmula rudimentar (Figura 3H e I).

A presença de endosperma mucilaginoso de consistência córnea quando seco e gelatinoso após o umedecimento é característica de certas sementes de espécies da família Fabaceae, a exemplo das sementes de *Dimorphandra mollis* Benth. (Ferreira et al., 2001) e *Dimorphandra wilsonii* Rizz (Lopes & Matheus, 2008), para as quais constataram-se características semelhantes às identificadas para o albúmen das sementes em estudo. Segundo Appezato-da-Glória & Carmello-Guerreiro (2012), nesse tipo de endosperma as paredes celulares podem ser formadas por diversos compostos que, em contato com a água, pode absorvê-la e se intumescer formando uma massa mucilaginosa.

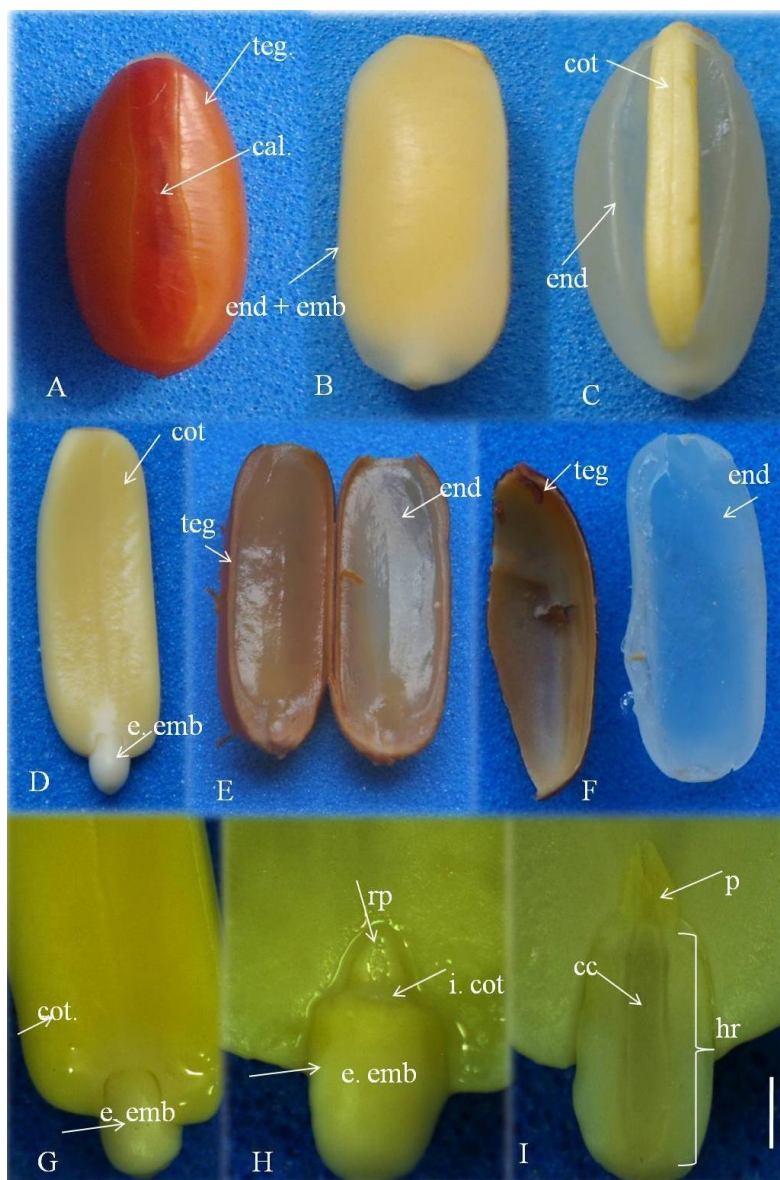


Figura 3. Aspectos externos e internos da semente de *D. gardneriana* após a embebição.

Vista ventral da semente (A), vista dorsal da semente sem o tegumento (B), vista ventral da semente sem o tegumento (C), embrião (D), corte longitudinal da semente sem o embrião (E), endosperma separado do tegumento (F), vista externa do eixo embrionário com o cotilédone (G), vista interna do eixo embrionário (H), corte longitudinal do eixo embrionário (I). End + emb - endosperma + embrião, cal - calaza, teg - tegumento; end - endosperma; cot - cotilédones; e. emb - eixo embrionário; i.cot - inserção do cotilédone; rp - região da plúmula; hr - eixo hipocótilo-radícula; cc - cilindro central; p - plúmula. Barra de escala = 5 cm.

Para as sementes de *Inga ingoides* (Rich) Willd., Braz et al. (2012) destacaram embrião com cotilédones plano-convexos, crassos, verde escuros, dispostos paralelamente ao

eixo hipocótilo-radícula que é reto, curto com muita pilosidade e fica oculto na parte interna entre os cotilédones, com a plúmula rudimentar. Quanto ao embrião das sementes de *Parkia gigantocarpa* Ducke, o mesmo é do tipo linear-axial, com cotilédones crassos, retos, convexos e dominantes e na base existe uma ranhura, onde o ponto de inserção dos cotilédones no eixo embrionário está localizado (Ribeiro et al., 2015). Em sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth o embrião é invaginado, preenchendo toda a semente, sendo considerado total quanto ao tamanho, coloração verde, formato elipsoide, cotilédones com reservas, com nítida delimitação entre o eixo hipocótilo-radícula e plúmula imperceptível (Albuquerque et al., 2015).

A curva de embebição, quantidade de água absorvida, germinação e formação de plântulas normais das sementes de *D. gardneriana* encontram-se na Figura 4A-D. Antes da embebição as sementes se encontravam com o teor de água de 6,9% e peso inicial de 6,37 g, permanecendo quase constante nas primeiras seis horas e demonstrando pequena variação a partir das 12 horas de embebição, verificando-se uma embebição relativamente lenta até as 12 horas, com 6,86 gramas, ou seja, apenas 0,49 gramas de água foi absorvida pelas sementes neste período (Figura 4A).

A quantidade de água absorvida pode ser visualizada na Figura 4B, a qual demonstra comportamento semelhante ao verificado para o peso das sementes, não sendo possível evidenciar as três fases da germinação de forma clara, uma vez que as sementes absorvem água de forma contínua até o momento da germinação (Figura 4A-B).

A germinação se iniciou com 90 horas de embebição, caracterizando a fase III da germinação e, até 108 horas essa porcentagem permaneceu baixa (7%), atingindo o seu máximo (97%) em 150 horas quando todas as sementes emitiram a raiz primária, enquanto o desenvolvimento de plântulas normais iniciou-se no quinto dia após a semeadura, quando o

hipocótilo havia atingido 2 cm e tamanho máximo aos 15 dias, quando se observou que todas as plântulas estavam desenvolvidas com raiz e parte aérea perfeitas (Figura 4C-D).

No estudo da absorção de água pelas sementes, Marcos Filho (2015) afirmou que este processo ocorre em três fases, na fase I evidencia-se uma rápida entrada de água na semente em função da diferença do gradiente de potencial hídrico entre estas e o substrato nas primeiras horas, no entanto, para as sementes estudadas essa característica não foi observada, porque a absorção foi lenta nas primeiras 12 horas. Este comportamento pode está relacionado com a morfologia da semente, juntamente com a composição química do tecido de reserva, tendo em vista que o endosperma envolve totalmente o embrião como uma capa protetora e devido a sua composição pode ter tornado a entrada de água inicialmente lenta como pode ser observado na Figura 3B.

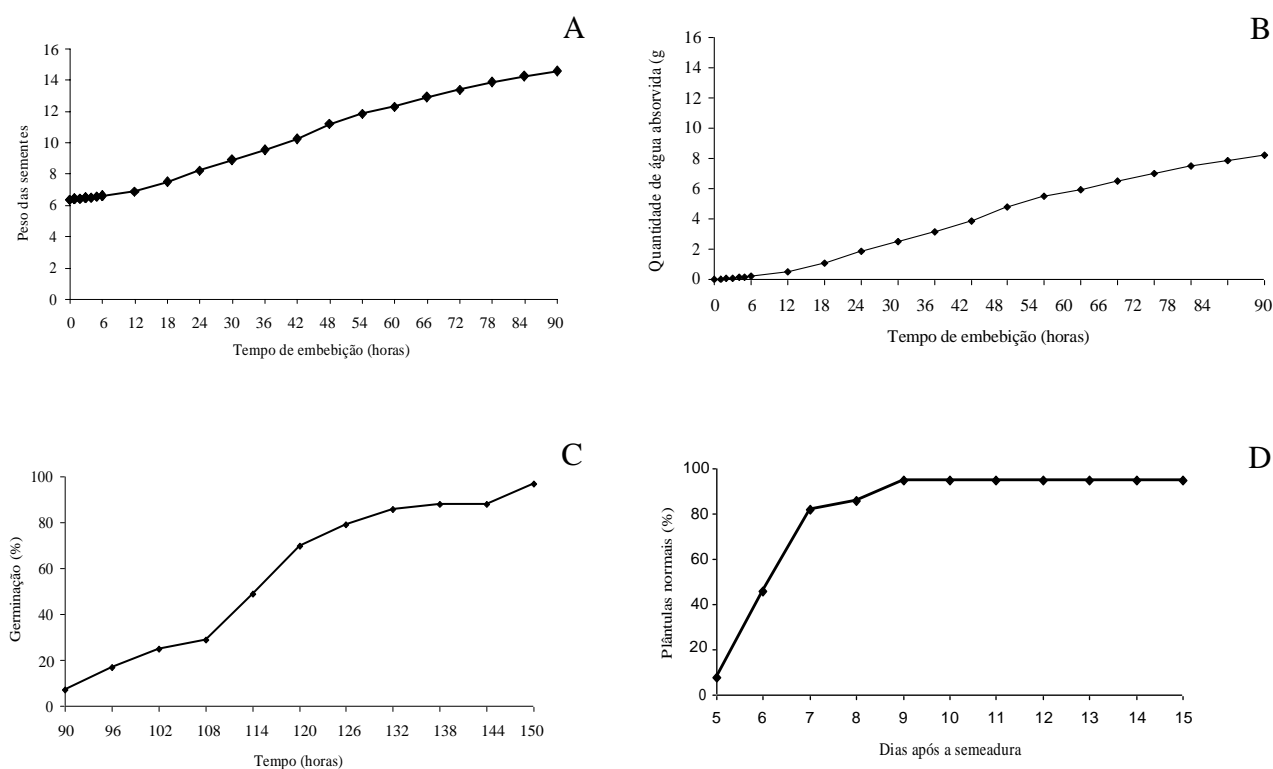


Figura 4. Curva de embebição de água (A), quantidade de água embebida (B), germinação de sementes (C) e formação de plântulas normais (D) de *D. gardneriana*.

A fase II é a mais longa e a velocidade de absorção de água torna-se lenta uma vez que ocorre o metabolismo preparatório para a emergência da raiz primária, enquanto na fase III, com o metabolismo ativado, ocorre redução do potencial hídrico e aumento da absorção de água, tornando visível a retomada do crescimento do eixo embrionário (Marcos Filho, 2015). No caso das sementes de *D. gardneriana*, a fase III foi evidenciada após 90 horas de embebição quando se constatou a emissão da raiz primária (Figura 4C).

O comportamento das sementes com relação a embebição é variável com a espécie, contudo, nas sementes de *Dimorphandra wilsonii* Rizz., Lopes & Matheus (2008) constataram comportamento semelhante ao verificado para as sementes de *D. gardneriana* com embebição inicialmente lenta e não sendo possível distinguir com clareza as três fases da germinação. Segundo Albuquerque et al. (2009) a velocidade de embebição é variável com as características das sementes de cada espécie, dentre elas, a composição química e a permeabilidade do tegumento, assim, a germinação de sementes consiste na reativação do crescimento do eixo embrionário por meio de uma sequência ordenada de eventos metabólicos que resulta na ruptura do tegumento pela raiz primária.

No estudo da germinação de sementes de *Clitoria fairchildiana* Howard, Costa et al. (2014) não verificaram a ocorrência da fase III da embebição e atribuíram isto à deterioração das sementes. Por outro lado Albuquerque et al. (2015) identificaram as três fases da embebição das sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth e constataram a ocorrência da fase III quando as sementes voltaram a absorver água, o que culminou com a protrusão radicular após 48 horas de embebição.

Morfologia da germinação, plântula normal, anormal e planta jovem

A germinação das sementes de *Dimorphandra gardneriana* Tul. é epígea e fanerocotiledonar, iniciando-se após 90 horas de embebição, caracterizada pela emissão da

raiz primária, que rompe o tegumento na região basal da semente, próximo ao hilo, a qual tem coloração esbranquiçada, é curta, espessa e glabra (Figura 5A-B). No quinto e sexto dias após a semeadura observa-se o desenvolvimento do hipocótilo, que inicialmente tem a mesma tonalidade da raiz e, posteriormente, torna-se verde claro, é cilíndrico, glabro, espesso e inicialmente curvado, que ao se erguer eleva os cotilédones para fora do substrato, o colo é bem definido e muito perceptível pela dilatação que há entre a raiz primária e o hipocótilo (Figura 5C-D). Os cotilédones foliáceos tornam-se verde claros e abrem-se para o desenvolvimento do epicótilo, também de coloração verde clara e cilíndrico, a gema apical é glabra, surge antes da completa expansão do protófilo, as raízes secundárias são finas, curtas, cilíndricas, na mesma cor da raiz primária (Figura 5E).

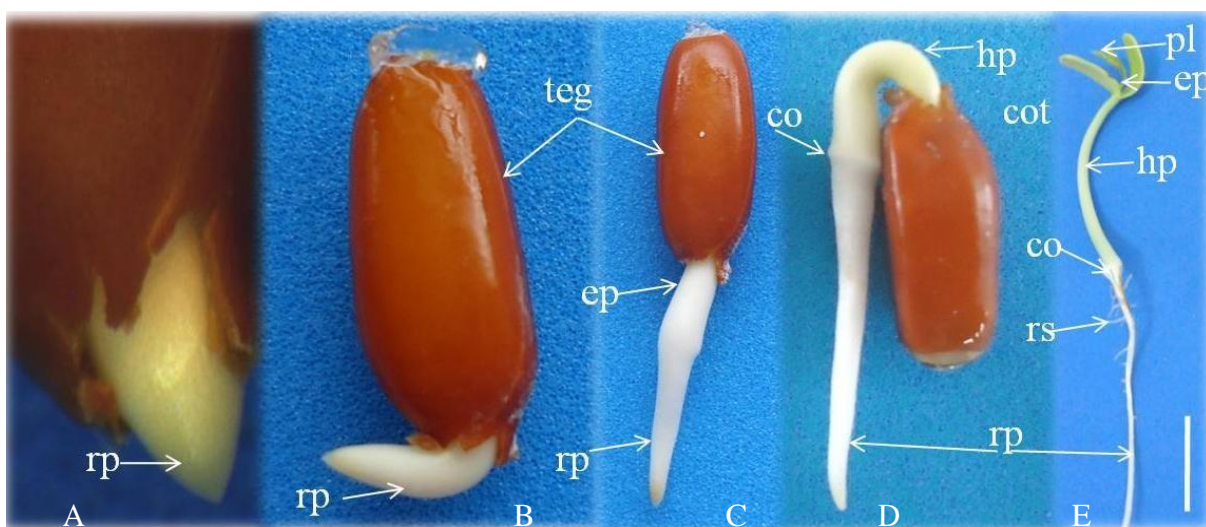


Figura 5. Aspectos da germinação e plântula normal de *D. gardneriana* nos períodos de 90 horas (A-B), cinco e seis dias (C-D) e treze dias após a semeadura (E).

rp - raiz primária; c - cotilédone; teg - tegumento; co - coleto; ep - epicótilo; hp - hipocótilo; rs - raiz secundária. Barra de escala = 20 mm.

O tipo de germinação constitui um dos caracteres mais relevantes para diferenciar espécies (Gurgel et al., 2012), sendo a germinação epígea fanerocotiledonar a mais comum entre as Fabaceae. A germinação das sementes de *Clitoria fairchildiana* Howard foi

classificada por Costa et al. (2014) como fanerocotiledonar e epígea, iniciando-se no quinto dia após a semeadura.

A germinação das sementes de *Parkia gigantocarpa* Ducke foi descrita como fanerocotiledonar epigeal, com início aos 2-5 dias após a semeadura (Ribeiro et al., 2015). Para as sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth, Albuquerque et al. (2015) constataram germinação epígea fanerocotiledonar. Da mesma forma, Ferreira & Barreto, (2015) classificaram a germinação das sementes de *Caesalpinia echinata* Lamarck como epígea fanerocotiledonar, iniciando-se no terceiro dia com a protrusão da raiz primária.

As plântulas anormais são caracterizadas pela ausência ou má formação das estruturas essenciais no início da germinação, sendo que dentre as anormalidades presentes nas plântulas de *D. gardneriana* destacam-se a ausência de raiz primária e parte aérea malformada e pouco desenvolvida, com os cotilédones presos ao tegumento (Figura 6 A-C), constatou-se ainda ausência de raiz primária e presença de poucas raízes secundárias, além da presença de fendas na raiz seguindo até o caule, as quais continuam se desenvolvendo até o final do teste de germinação, porém são fracas e incapazes de se estabelecer em condições de campo.

As plântulas anormais são resultantes da presença de tecidos danificados, embrião mal formado ou presença de patógenos. No caso dos danos, estes são considerados um dos fatores mais limitantes para a viabilidade das sementes e, dependendo da intensidade, podem atingir diferentes partes da semente, principalmente o embrião, o que contribui para a formação de plântulas anormais e fracas, incapazes de crescer e sobreviver em campo (Carvalho & Nakagawa, 2012).

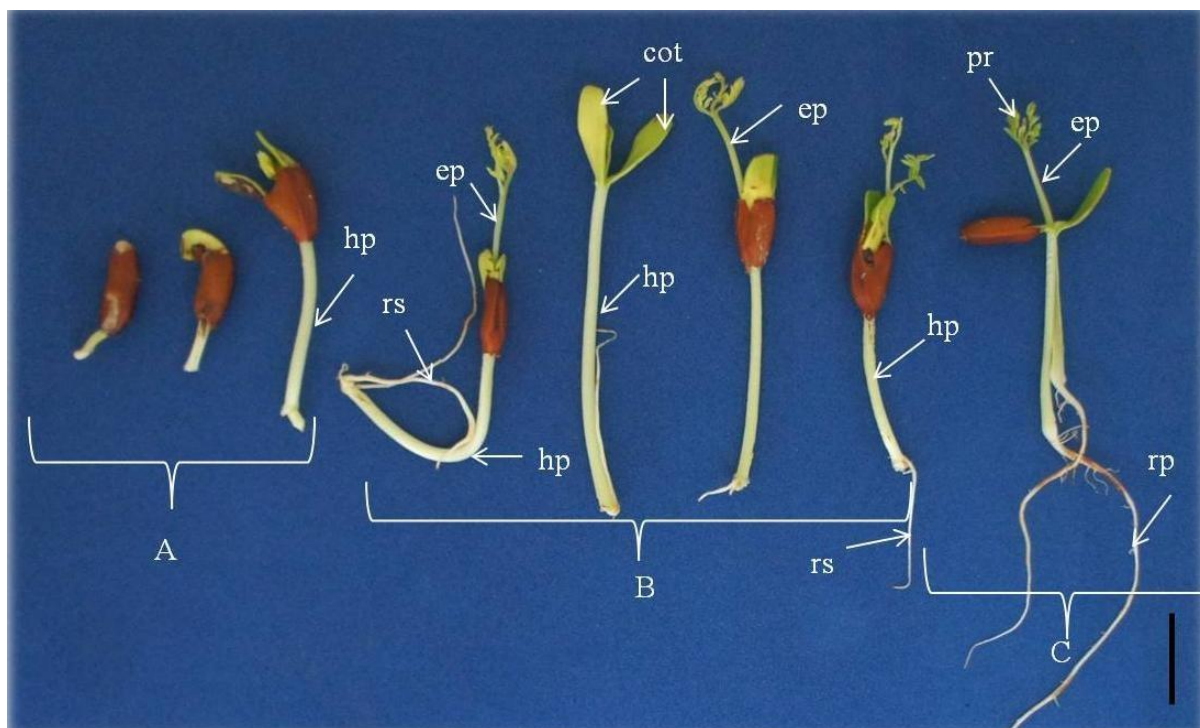


Figura 6. Aspectos das plântulas anormais de *D. gardneriana* aos oito (A), treze (B) e quinze dias após a semeadura (C), respectivamente.

(rp - raiz primária; cot - cotilédone; ep - epicótilo; hp - hipocótilo; rs - raiz secundária; pr - protófilos). Barra de escala = 3 cm.

Durante o teste de germinação das sementes de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke, também verificou-se plântulas anormais (Melo & Varela, 2006), as quais foram correlacionadas com a pequena população no local de coleta, o que pode ter ocorrido em função de altas taxas de endogamia. No entanto, para a espécie avaliada essa anormalidade pode ter ocorrido em virtude de danos nas sementes por ocasião do beneficiamento, uma vez que a extração foi realizada quebrando-se os frutos com marretas e isso pode ter causado danos às mesmas.

No décimo quinto dia, quando a plântula estava bem desenvolvida verificou-se maior alongamento do epicótilo que, juntamente com os cotilédones de coloração verde-clara, os protófilos são alternos e compostos por folíolos em início de expansão (Figura 7A-B). Em direção ao ápice o caule é herbáceo, totalmente coberto de pelos simples, longos,

avermelhados nas pontas, sendo mais numerosos no ápice, visíveis apenas ao microscópio. O hipocótilo é longo, verde-claro, cilíndrico, sendo mais grosso e de cor mais clara na base próxima ao colo, a raiz principal é bem desenvolvida, de coloração amarelada, com raízes secundárias se desenvolvendo nas laterais, semi-opostas, quebradiças, de cor mais clara e bem distribuídas ao longo da raiz primária.

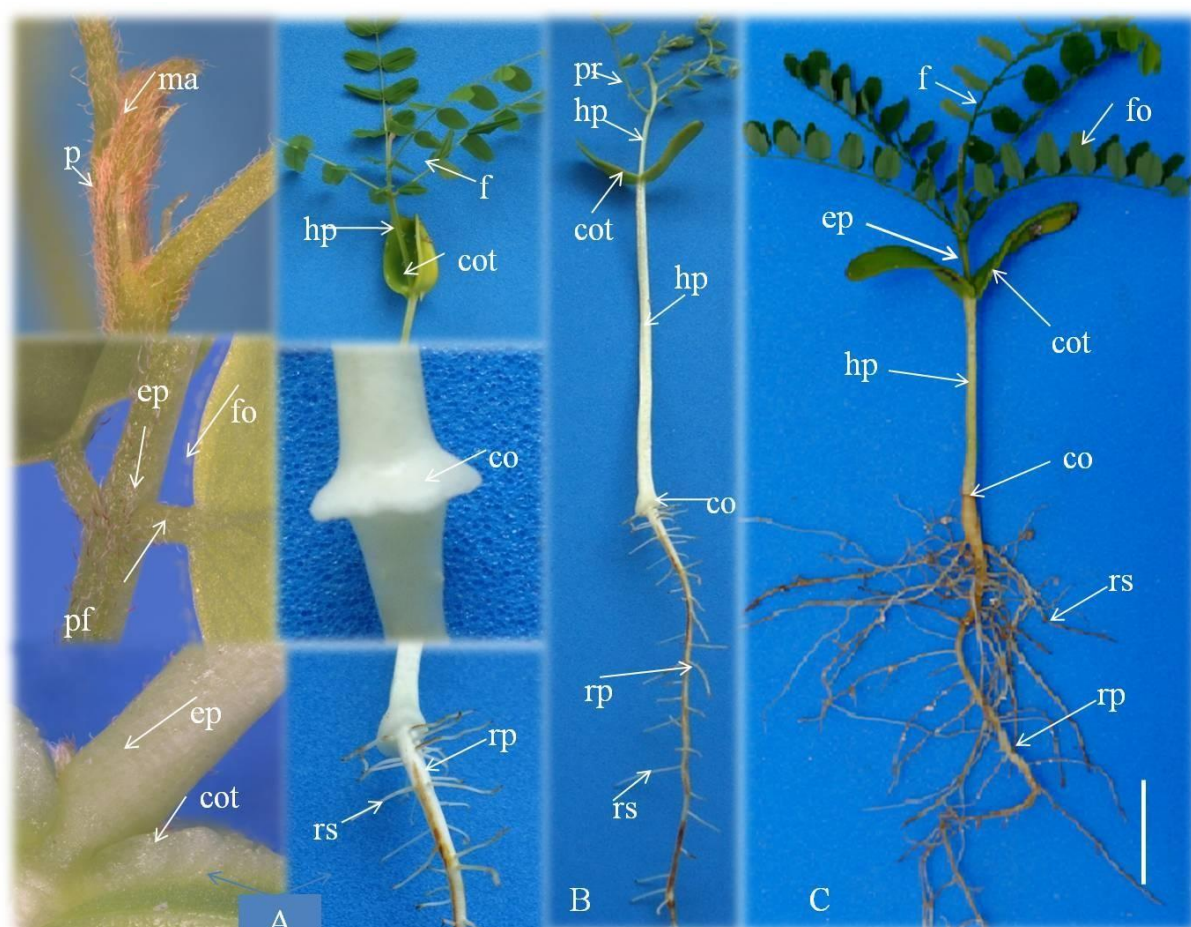


Figura 7. Aspectos da plântula e planta jovem de *D. gardneriana*. Detalhes das estruturas (A), plântula com 15 (B) e 60 dias após a sementeira (C).

co - colo; ep - epicótilo; cot - cotilédones; pr - protófilos; cl - caule jovem; p - pelos; f - folhas; fo - folíolos; rp - raiz primária; rs - raiz secundária. Barra de escala = 10 cm.

Aos 60 dias, a planta jovem está com sistema radicular bem desenvolvido, com raiz primária axial, pivotante, sinuosa, cilíndrica, de coloração amarelada a ferrugíneo-clara e as raízes secundárias mais alongadas e em maior número, finas, sinuosas, ferrugíneo-claras com

a coifa amarelada e cilíndrica, com raízes terciárias semelhantes (Figura 7C). O caule da planta é reto, cilíndrico, verde-escuro amarronzado devido à transição da característica herbácea para lenhosa, os cotilédones em fase de senescência encontram-se amarelados. As folhas são alternas, paripinadas, pecioladas, com folíolos expandidos, sendo os mais velhos de cor verde-escura em ambas as faces, enquanto os folíolos jovens são verde-claros, curto peciolado, opostos, às vezes alternos, pequenos, glabros, oblongos, peninérveos, sendo a nervura principal bem evidente, impressa em ambas as faces.

Os caracteres das plântulas e planta jovem de *D. gardneriana* assemelham-se aos verificados por Ferreira et al. (2001) para a *Dimorphandra mollis* Benth., tais como presença de pelos no epicótilo, nas gemas apicais, porém a raiz pivotante aparentemente tuberosa e a visibilidade dos pelos a olho nu, são algumas diferenças. Para *Dimorphandra wilsonii* Rizz, Lopes & Matheus (2008) verificaram germinação epígea fanerocotiledonar, contudo, a estrutura do ápice da plântula é similar a de *Dimorphandra mollis* Benth., sendo ambas pilosas na face ventral.

As características morfológicas avaliadas nas plântulas e planta jovem de *D. gardneriana* são homogêneas, no entanto, na fase adulta podem sofrer mudanças e diferir da fase jovem. No estudo morfológico de plântulas e planta jovem de *Dimorphandra mollis* Benth., Ferreira et al. (2001) verificaram que os aspectos morfológicos, nas diferentes fases estudadas também foram constantes, podendo ser empregados com segurança em estudos taxonômicos, acrescentando que, a caracterização morfológica fornece subsídios para diferenciar espécies e caracterizar aspectos ecológicos da planta, como a dispersão, estabelecimento e fase da sucessão ecológica.

Desta forma, as diferenças entre as plantas, bem como as variações que possam ter em comum são passíveis de avaliação em larga escala pelos caracteres morfológicos, os quais se

manifestam por componentes estruturais das plantas e são importantes pela sua constância (Cunha & Ferreira, 2003).

CONCLUSÕES

As sementes de *Dimorphandra gardneriana* Tul., são de tamanho médio, com comprimento médio de 11,95 mm, largura de 5,33 mm e espessura de 4,3 mm, são unitegumentadas, com tegumento duro e impermeável á água;

O processo de embebição das sementes é inicialmente lento, não sendo visível a curva trifásica da embebição de forma clara, a germinação é epígea fanerocotiledonar, com início no quinto dia após a sementeira;

A maioria das características morfológicas identificadas nas plântulas e plantas de *D. gardneriana* se assemelha às observadas para outras espécies do mesmo gênero.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abud HF, Gonçalves NR, Pereira MS, Pereira DS, Reis RGE, Bezerra AME. Germination and morphological characterization of the fruits, seeds, and seedlings of *Pilosocereus gounellei*. *Brazilian Journal of Botany* 2012; 35(1): 11-16.
- Albuquerque AN, Albuquerque MCF, Mendonça EAF, Mariano DC, Okumura RS, Junior Coletti A. Aspectos morfológicos de frutos, sementes e plântulas de sucupira preta. *Revista de Ciências Agrárias* 2015; 58(3): 233-239.
- Albuquerque KS, Guimarães RM, Almeida IF, Clemente ACS. Alterações fisiológicas e bioquímicas durante a embebição de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.). *Revista Brasileira de Sementes* 2009; 31(1): 12-19.
- Appenzato-da-Glória B, Carmello-Guerreiro SM. *Anatomia vegetal*. 3rd ed. Viçosa: Ed.UFV, 2012. 406p.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009a. 395p.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Glossário ilustrado de morfologia*. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009b. 406p.

Braz MSS, Freitas SLS, Campos MAL, Miranda DDOA, Cosme MC. Caracterização morfológica do fruto, semente, plântula e planta jovem e germinação de *Inga ingoides* (Rich) Willd. *Cerne* 2012; 18(3): 353-360.

Carvalho NM, Nakagawa J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 5rded. FUNEP: Jaboticabal, 2012. 590p.

Costa LG, Silva AG, Gomes DR. Morfologia de frutos, sementes e plântulas, e anatomia das sementes de sombreiro (*Clitoria fairchildiana*). *Revista de Ciências Agrárias* 2014; 57(4): 414-421.

Cunha MCL, Ferreira RA. Aspectos morfológicos da semente e do desenvolvimento da planta jovem de *Amburana cearensis* (Arr. Cam.) A.C. Smith - cumaru - Leguminosae Papilionoideae. *Revista Brasileira de Sementes* 2003; 25(2): 89-96.

Cunha PLR, Paula RCM, Feitosa JPA. Polissacarídeos da biodiversidade brasileira: uma oportunidade de transformar conhecimento em valor econômico. *Química Nova* 2009; 32(3): 649-660.

Damião Filho CF. *Morfologia vegetal*. 2rded. Revisada e ampliada. Jaboticabal: FUNEP, 2005. 172p.

Donadio NMM, Demattê MESP. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) e jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr.All. ex Benth.). Fabaceae. *Revista Brasileira de Sementes* 2000; 22(1): 64-73.

Duarte MM, Milani JEF, Blum CT, Nogueira AC. Germinação e morfologia de sementes e plântulas de *Albizia edwallii* (Hoehne) Barneby & J. W. Grimes. *Revista Caatinga* 2015; 28(3): p.166-173.

Felippi M, Maffra CRB, Cantarelli EB, Araújo MM, Longhi SJ. Fenologia, morfologia e análise de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. *Ciência Florestal* 2012; 22(3): 477-491.

Ferreira RA, Barretto SSB. Caracterização morfológica de frutos, sementes, plântulas e mudas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lamarck). *Revista Árvore* 2015; 39(3): 505-512.

Ferreira AG, Borghetti F. *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323p.

Ferreira DF. SISVAR: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia* 2011; 35(6): p.1039-1042.

Ferreira RA, Botelho SA, Davide AC, Malavasi MM. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de *Dimorphandra mollis* Benth. - faveira (Leguminosae-Caesalpinioideae). *Revista Brasileira de Botânica* 2001; 24(3): 303-309.

Gonçalves AC, Reis CAF, Vieira FA, Carvalho D. Estrutura genética espacial em populações naturais de *Dimorphandra mollis* (Fabaceae) na região Norte de Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 2010; 33(2): 325-332.

Groth D, Liberal OHT. *Catálogo de identificação de sementes*. Campinas: Fundação Cargil, 1988. 182p.

Gurgel ESC, Santos JUM, Lucas FCA, Bastos MNC. Morfologia de plântulas de Leguminosae e o potencial sistemático. *Rodriguésia* 2012; 63(1): 65-73.

Lopes JC, Matheus MT. Caracterização morfológica de sementes, plântulas e da germinação de *Dimorphandra wilsonii* Rizz. - faveiro-de-Wilson (Fabaceae Caesalpinioideae). *Revista Brasileira de Sementes* 2008; 30(1): 96-101.

Marcos Filho J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, 2015, 659p.

Melo MGG, Mendonça MS, Mendes AMS. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.) (Leguminosae-caesalpinioideae). *Acta Amazonica* 2004; 34(1): 9-14.

Melo MFF, Varela VP. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, germinação e plântulas de duas espécies florestais da amazônia. I. *Dinizia excelsa* Ducke (angelim pedra). II *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (cedrorana) - Leguminosae: Mimosoideae. *Revista Brasileira de Sementes* 2006; 28(1): p.54-62.

Montano HG, Silva GS, Rocha RC, Jimenez NZA, Pereira RC, Brioso PST. Phytoplasma in “fava d’anta” tree (*Dimorphandra gardneriana*) in Brazil. *Bulletin of Insectology* 2007; 60(2): 147-148.

Pires NR, Cunha PLR, Paula RCM, Feitosa JPA, Jamaru FVF, Moraes Filho MO. Viscoelásticos oftálmicos: comparação entre os comerciais e formulações de galactomanana de *Dimorphandra gardneriana*. *Química Nova* 2010; 33(8): 1709-1713.

Prado ES, Rodrigues RS. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Canavalia dictyota* Piper (Leguminosae, Papilionoideae). *Boletim do Museu Integrado de Roraima* 2013; 7(1): 28-34.

Reis ARS, Freitas ADD, Leão NVM, Santos Filho BG. Morphological aspects of fruits, seeds, and seedlings, and anatomy of seedlings of *Apuleia molaris* spruce ex benth. *Journal of Seed Science* 2016; 38(2): p.118-128.

Ribeiro JWF, Oliveira AKM, Rodrigues APAC, Rondon EV. Germination and morphology of seeds and seedlings of *Parkia gigantocarpa* Fabaceae: Mimosoidae. *Floresta* 2015; 45(2): 303-314.

Ribeiro-Silva S, Scariot A, Medeiros MB. Uso e práticas de manejo de faveira (*Dimorphandra gardneriana* Tul.) na região da chapada do Araripe, Ceará: implicações ecológicas e sócio-econômicas. *Biodiversidade Brasileira* 2012; 2(2): 65-73.

Rodrigues ACC, Osuna JTA, Oliveira SR, Queiroz D, Rios PS. Biometria de frutos e sementes e grau de umidade de sementes de angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan Var. *cebil* (Griseb.) Altschul) procedentes de duas áreas distintas. *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal* 2006; 4(8): 1-15.

Silva KB, Alves EU, Bruno RLA, Matos VP, Gonçalves EP. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas de *Erythrina velutina* Willd., Leguminosae - Papilionideae. *Revista Brasileira de Sementes* 2008; 30(3) 104-114.

Ursulino MM. **Tecnologia de sementes de *Dimorphandra gardneriana* Tulasne.** 2013. 89f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2013.

Artigo II**FORMAÇÃO DE MUDAS DE *Dimorphandra gardneriana* Tul. EM FUNÇÃO DE
DIFERENTES RECIPIENTES**

FORMAÇÃO DE MUDAS DE *Dimorphandra gardneriana* Tul. EM FUNÇÃO DE DIFERENTES RECIPIENTES

SEEDLINGS FORMATION OF *Dimorphandra gardneriana* Tul. IN CONTAINER FUNCTION

RESUMO

O elevado padrão de qualidade das mudas depende do sucesso das tecnologias empregadas durante sua produção, dentre estas, o tipo e tamanho do recipiente exerce influência no custo final da produção. Assim, objetivou-se avaliar a qualidade das mudas de *Dimorphandra gardneriana* Tul., quando produzidas em recipientes com diferentes diâmetros. Para isto foram realizados dois experimentos em blocos ao acaso, sendo que no primeiro experimento avaliaram-se diferentes tamanhos dos sacos de polietileno, sendo 10 x 12, 12 x 12, 11 x 18, 12 x 22 e 15 x 28 cm de largura e altura, respectivamente. No segundo experimento, os tratamentos consistiram de diferentes volumes de tubetes de polipropileno de 55, 110 e 175 mL e de garrafas do tipo pet com capacidade de 250 e 500 mL. As características avaliadas foram: número de folhas, altura da planta, diâmetro do colo, porcentagem de sobrevivência, área foliar, relação altura da planta e diâmetro do colo (AP/DC), comprimento de parte aérea e raízes, massa verde e seca da parte aérea e raízes, massa seca total, índice de qualidade de Dickson, relação entre a massa seca da parte aérea e raízes (MSPA/MSR), altura da planta e a massa seca da parte aérea (AP/MSPA), comprimento da parte aérea e da raiz primária (CPA/CR) e porcentagem de raízes (%R). O saco de polietileno de 15 x 28 cm proporciona as melhores condições para o desenvolvimento das mudas e todas as variáveis analisadas foram superiores neste tratamento, sendo recomendado para a produção de mudas de *D. gardneriana*.

Palavras-chave: fava d'anta, florestal, espécie medicinal.

ABSTRACT

The high standard of quality of seedlings depends on the success of technologies used during production, among them the type and size of container influences the final cost of production. The objective was to evaluate the quality of seedlings *Dimorphandra gardneriana* Tul., when produced in containers with different diameters. In order to do this, it was carried out two experiments conducted in randomized blocks, in the first experiment it was evaluated different sizes of bags, 10 x 12, 12 x 12, 11 x 18, 12 x 22 and 15 x 28 cm width and height, respectively. In the second experiment, the treatments consisted of different volumes of polypropylene tubes of 55, 110, 175 mL and plastic bottles with the capacity of 250 and 500 mL. The characteristics evaluated were: number of leaves, plant height, stem diameter, survival percentage, leaf area, height ratio and stem diameter (AP/DC), green and dry mass of shoot and root, total dry weight, Dickson quality index, relation between the dry mass of shoots and roots (MSPA/MSR), between shoot height and dry mass of shoots (AP/MSPA), length of shoot and root (CPA/CR) and the percentage of root (%R). The polyethylene bag (15 x 28 cm) offered the best conditions for the development of seedlings, with all variables superior on this treatment, with this it is recommended for the production of seedlings of *D. gardneriana*.

Keywords: fava d'anta, forestry, medicinal plant.

INTRODUÇÃO

A espécie *Dimorphandra gardneriana* Tul., mais conhecida como fava d'anta ou faveira é uma leguminosa nativa do Brasil, cujos frutos são utilizados para extração de rutina, um importante flavonóide usado para o abastecimento da indústria farmacêutica (MONTANO et al., 2007). As suas sementes são ricas em galactomanana, um polissacarídeo de reserva, solúvel em água, o qual forma soluções viscosas mesmo em baixas concentrações e pode ser empregado em substituição a polissacarídeos importados (PIRES et al., 2010). A espécie ocorre naturalmente nos Estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Pernambuco, Bahia, Pará, Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais (MONTANO et al., 2007).

A procura por mudas de espécies florestais nativas tem sido crescente devido à conscientização da necessidade de preservação do meio ambiente e consequente aumento na demanda em programas de recomposição florestal devido à perda da biodiversidade, aumentando assim, a necessidade de maiores estudos sobre as espécies nativas, quanto à sua propagação e crescimento inicial (COSTA et al., 2005). Dessa forma ressalta-se que o conhecimento da potencialidade de uso, fisiologia, manejo e produção de mudas podem contribuir tanto para a manutenção das florestas como para o planejamento da recomposição da cobertura original da vegetação (ALMEIDA et al., 2005).

O sucesso da implantação, revitalização e formação de florestas com alta produtividade de madeira está diretamente associado com a qualidade das mudas plantadas, desta forma, a definição e otimização da metodologia e do sistema utilizado durante o crescimento em viveiros é fundamental para melhorar a qualidade das mudas, produzindo mais rapidamente com menor custo de produção (ANTONIAZZI et al., 2013).

Diversos fatores podem influenciar a qualidade das mudas, dentre estes destaca-se o tipo e tamanho do recipiente, por isto Lima et al. (2006) relataram que a determinação do tamanho do recipiente para produção de mudas é importante por influenciar diversas características da planta e afetar a porcentagem de sobrevivência no campo, bem como a produtividade da cultura, por exercer forte influência sobre o crescimento das raízes e parte aérea da planta.

Com relação à qualidade das mudas de espécies florestais, sua determinação é realizada utilizando-se características que se baseiam nos aspectos fenotípicos, denominados de morfológicos, ou nos internos, os fisiológicos, sendo que a qualidade morfológica e fisiológica dependente das características genéticas, da procedência e técnicas de produção das sementes (GOMES e PAIVA, 2013).

O tamanho do recipiente adequado para a produção de mudas vai depender do ritmo de crescimento das plantas, o que é em função de cada espécie (VIANA et al., 2008), porém, Lima et al. (2006) afirmaram que o recipiente não deve ser muito alto porque reduz a disponibilidade de oxigênio se o substrato não for bem arejado, prejudicando a respiração e o crescimento radicular, além de propiciar o desenvolvimento de doenças, enquanto o diâmetro muito pequeno pode prejudicar o crescimento lateral das raízes, sendo o mesmo favorecido por recipientes que tenham ranhuras verticais nas paredes.

A produção de mudas em recipientes é o sistema mais utilizado porque permite um melhor controle da qualidade, devido ao fornecimento adequado da nutrição, da proteção das raízes, evitando os danos mecânicos, controle da umidade do substrato, além de proporcionar o manejo mais adequado no viveiro, transporte, distribuição e plantio, neste sentido, os sacos de polietileno e tubetes são os recipientes mais utilizados para produção de mudas, os quais têm vantagens e desvantagens e exercem influência direta na qualidade final e no custo de produção, sendo os sacos de polietileno os mais usados devido à maior disponibilidade e menor preço, contudo como desvantagens cita-se o fato de promover o enovelamento do sistema radicular, ocupar grandes áreas no viveiro, dificultar o transporte e a distribuição das

mudas, em virtude do volume e peso do substrato, além do baixo rendimento no plantio (GOMES e PAIVA, 2013).

Com relação aos tubetes, algumas vantagens podem ser destacadas, como a economia de substrato, o não enovelamento das raízes, a possibilidade de reutilização, além de serem empregados para produção de mudas de outras espécies florestais no viveiro. Apesar dos pontos positivos mencionados, algumas desvantagens devem ser citadas, a exemplo da limitação no crescimento das plantas devido a menor quantidade de substrato utilizado, além da exigência de adubação (DIAS et al., 2015; STÜPP et al., 2015).

Algumas pesquisas foram realizadas com a finalidade de definir o tamanho adequado de recipientes para produção de mudas de algumas espécies, como no estudo de Guareschi et al. (2015) os quais avaliaram a influência do recipiente no crescimento de plantas de *Bauhinia forficata* Link e verificaram que os tubetes de 50 e 110 cm³ não influenciaram no diâmetro do caule, porém o crescimento foi estatisticamente superior nas mudas provenientes de tubete de maior capacidade volumétrica. Nesse sentido, Storck et al. (2016) destacaram que a capacidade volumétrica do tubete pode variar conforme o tempo de permanência das mudas de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* S.T. Blake no viveiro, sendo a idade ótima para expedição de mudas produzidas em tubetes de 55, 100 e 200 cm³ aos 90, 150 e 180 dias, respectivamente.

A escolha do tipo e tamanho dos recipientes depende das características de cada espécie, bem como do tempo de permanência das mudas no viveiro e da finalidade da produção. Por isso, objetivou-se avaliar a qualidade das mudas de *Dimorphandra gardneriana* Tul., quando produzidas em sacos de polietileno e tubetes com diferentes diâmetros.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação pertencente ao Laboratório de Análise de Sementes (LAS) do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba em Areia - PB. As sementes foram obtidas de frutos colhidos de plantas matrizes localizadas em remanescentes florestais próximos às cidades de Jardim e Crato, no Ceará. Após a colheita dos frutos realizou-se o beneficiamento de forma manual na mesma área, para retirada das sementes, e posteriormente as mesmas foram acondicionadas em sacos plásticos, transportadas para o LAS onde foram colocadas em baldes de plástico com tampa e armazenadas em câmara fria a uma temperatura de 15 °C por um período de dois anos antes da realização do experimento.

Para a produção de mudas em diferentes recipientes foram realizados dois experimentos, no primeiro utilizou-se sacos de polietileno com as seguintes dimensões: 10 x 12, 12 x 12, 11 x 18, 12 x 22 e 15 x 28 cm de largura e altura, respectivamente. No segundo experimento, os tratamentos consistiram dos volumes dos tubetes de polipropileno de 55, 110 e 175 mL e das garrafas tipo pet com capacidade de 250 e 500 mL. Os tubetes foram mantidos em bandejas e as garrafas tipo pet foram cortadas ao fundo, furadas na tampa e mantidas na posição invertida, suspensas em bandejas de isopor para manter o mesmo padrão dos tubetes.

Antes da implantação dos experimentos instalou-se uma sementeira em bandejas plásticas com dimensões de (49 x 33 x 7 cm de comprimento, largura e profundidade, respectivamente), contendo vermiculita como substrato, onde as sementes, após superação da dormência pelo desponte no lado oposto ao hilo (URSULINO, 2013) foram semeadas a uma profundidade de 2 cm e mantidas na sombra por um período de 15 dias. Posteriormente as plântulas foram transferidas para casa de vegetação por mais cinco dias para uma melhor adaptação e após esse período, foi transplantada uma planta para cada saco de polietileno,

tubete e garrafa do tipo pet contendo como substrato terra vegetal, e mantidas nesse mesmo ambiente por 93 dias, mantendo-se a umidade do substrato diariamente adicionando água até o início da drenagem natural.

Características avaliadas

Número de folhas - foi contabilizado a partir dos 30 dias após o transplântio com intervalos de avaliação a cada 21 dias, computando-se todas as folhas presentes em cada planta, até os 93 dias, quando o teste foi finalizado.

Altura de planta - as avaliações foram realizadas utilizando uma régua graduada em centímetros, medindo-se da base do caule até a inserção da última folha, dos 30 aos 93 dias com intervalos de 21 dias e, os resultados foram expressos em cm planta⁻¹.

Diâmetro do colo - foi medido com o auxílio de um paquímetro digital, dos 30 aos 93 dias intercalados a cada 21 dias e os resultados expressos em milímetros.

Relação altura de planta e diâmetro do colo (AP/DC) - foi realizada mediante a divisão da altura da planta pelo diâmetro do colo, dos 30 dias após o transplântio aos 93 dias com intervalos a cada 21 dias.

Porcentagem de sobrevivência - essa variável foi analisada no final do experimento, contabilizando o número de plantas em cada tratamento e os resultados expressos em porcentagem.

Área foliar - ao final dos experimentos, as cinco plantas da fileira central de cada tratamento foram selecionadas e as folhas cortadas e fotocopiadas em copiadora modelo (LASERJET M1212nfMPF) e posteriormente recortadas e pesadas em balança analítica, em seguida calculou-se a área foliar com base em uma área e peso conhecido por meio de regra de três.

Comprimento de parte aérea e raiz primária - ao final do experimento, as plantas de cada tratamento foram medidas (raiz e parte aérea), sendo a raiz medida até o colo da planta e a parte aérea a partir do colo até a inserção da última folha, com o auxílio de uma régua graduada em centímetro, com os resultados expressos em cm planta⁻¹.

Massa verde da parte aérea e raízes - após as medições, as plantas de cada tratamento foram separadas em parte aérea e raízes e pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001g, cujos resultados foram expressos em g planta⁻¹.

Massa seca da parte aérea e raízes - após as avaliações anteriores, as mesmas plantas separadas em parte aérea e raízes foram acondicionadas em sacos de papel do tipo Kraft e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65 °C por 48 horas e, após este período as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001 g e os resultados expressos em g planta⁻¹.

Massa seca total - após a determinação da massa seca da parte aérea e raízes, a massa seca total foi determinada mediante o somatório das duas partes, com os resultados expressos em g planta⁻¹.

Índice de qualidade de Dickson - este índice foi determinado em função do peso da massa seca total (MST), altura da planta (H), diâmetro do colo (DC), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR), por meio da fórmula

$$(IQD = \frac{MST_{(g)}}{\frac{H_{(cm)}}{DC_{(mm)}} + \frac{MSPA_{(g)}}{MSR_{(g)}}}) \text{ de Dickson et al. (1960).}$$

Relação entre a massa seca da parte aérea e raízes (MSPA/MASR) - ao final do experimento, após a obtenção das variáveis anteriores, foi realizada a divisão entre a massa seca da parte aérea e das raízes.

Relação entre a altura de planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA) - este quociente foi obtido por meio da divisão entre a altura e a massa seca da parte aérea, sendo considerada a massa seca de caule e folhas.

Relação entre o comprimento da parte aérea e raiz primária (CPA/CR) - esta relação foi obtida pela divisão entre o comprimento da parte aérea e raiz primária.

Porcentagem de raízes (%R) - a porcentagem de raízes foi obtida pela divisão da massa seca do sistema radicular pela massa seca total da planta, multiplicado por 100, por meio da fórmula: $\% \text{ RAIZ} = \text{MSRA/MST} \times 100$.

Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi em bloco ao acaso, com quatro repetições de 15 plantas por tratamento. Para avaliação do crescimento por meio da altura, diâmetro e número de folhas, os tratamentos foram distribuídos em parcela subdividida, cujas parcelas foram compostas pelos tratamentos nos dois experimentos e as subparcelas pelas avaliações ao longo do tempo. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo os dados quantitativos submetidos à análise de regressão polinomial, testando os modelos linear e quadráticos, também realizou-se a correlação de Pearson para verificar a relação entre duas ou mais variáveis. Para a realização dessas análises utilizou-se o programa estatístico Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes ao número de folhas, altura de planta, diâmetro do colo e a relação altura/diâmetro de mudas de *Dimorphandra gardneriana* Tul., produzidas em sacos de polietileno com diferentes diâmetros encontram-se na Figura 1A-D, pela qual se constatou que houve efeito linear crescente para todas as variáveis analisadas ao longo do tempo. No saco de polietileno com maior diâmetro (15 x 28 cm) as médias destas variáveis foram mais elevadas, o que era esperado, uma vez que a maior capacidade volumétrica do substrato oferece mais espaço de exploração pelas raízes, facilitando a captação de água e nutrientes pelas plantas, contribuindo para um desenvolvimento mais rápido e obtenção de mudas de melhor qualidade.

A altura de plantas foi a característica que mais se destacou quando comparada com as médias obtidas nos demais tratamentos (Figura 1B), ressaltando-se que esta variável é uma das características mais antigas utilizada na seleção e classificação de mudas de espécies florestais, sendo considerada uma boa medida do potencial de desempenho (GOMES e PAIVA, 2013). Os sacos de polietileno com menores dimensões 10 x 12 cm (T₁) e 12 x 12 cm (T₂) foram os que menos contribuíram para o crescimento das mudas, provavelmente devido a uma menor capacidade volumétrica, o que pode ter limitado o crescimento das raízes e, consequentemente, o desenvolvimento das plantas (Figura 1 A-D).

Com relação ao efeito do tamanho do recipiente sobre as variáveis de crescimento, é notório que as mudas se desenvolveram melhor no recipiente de maior dimensão (15 x 28 cm) (Figura 1A-D). Esse fato também foi constatado por Cunha et al. (2005) quando verificaram que o uso dos recipientes de maiores dimensões (20 x 36,5 e 15 x 32 cm) proporcionaram maior altura e diâmetro do colo de mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl.

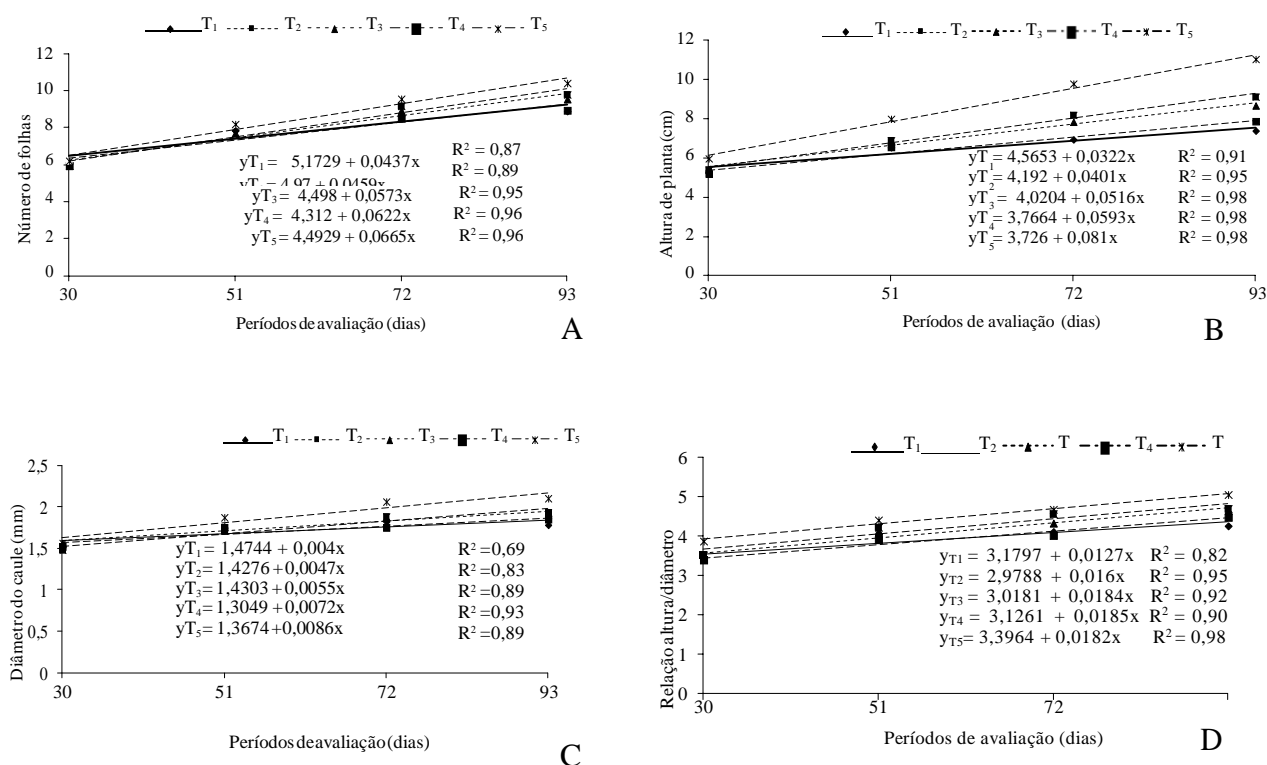


Figura 1. Número de folhas (A), altura de planta (B), diâmetro do colo (C) e relação entre a altura de planta e o diâmetro do colo (AP/DC) de mudas de *D. gardneriana* produzidas em sacos de polietileno com diferentes diâmetros.

Tamanhos dos sacos de polietileno (T₁ = 10 x 12, T₂ = 12 x 12, T₃ = 11 x 18, T₄ = 12 x 22 e T₅ = 15 x 28 cm).

Figure 1. Number of sheets (A), plant height (B), stem diameter (C) and the ratio between the plant height and the stem diameter (AP/DC) seedlings *D. gardneriana* produced in bags of different diameters.

Bags of sizes (T₁ = 10 x 12, T₂ = 12 x 12, T₃ = 11 x 18, T₄ = 12 x 22 e T₅ = 15 x 28 cm).

O número de folhas é um excelente indicador da qualidade das mudas porque constitui as principais fontes de fotoassimilados e nutrientes para adaptação das mudas após o plantio. Por isso quanto maior a quantidade de folhas nas mudas, mais intensa será a atividade fotossintética e, conseqüentemente, maior será o crescimento em altura e diâmetro das plantas, além de atuar diretamente no acúmulo de biomassa (FARIA et al., 2002; CAMPOS et al., 2008). Para as mudas de *Cedrela fissilis* Vell., produzidas em sacos (1.962,5 e 607,59 cm³) e tubetes (50, 100 e 175 cm³), Antoniazzi et al. (2013) constataram que as mudas produzidas nos recipientes de maior capacidade volumétrica exibiram maior número de folhas.

Neste sentido, Viana et al. (2008) testando diferentes recipientes para produção de mudas de *Bauhinia forficata* Link., concluíram que o recipiente de maior capacidade volumétrica (30 x 25 cm) foi o mais indicado para produção de mudas porque obteve maior número de folhas, altura de planta e diâmetro do colo. Avaliando diferentes dimensões de recipientes para produção de mudas de *Pterogyne nitens* Tull., Bomfim et al. (2009) indicaram o saco plástico de 2090 cm³ pelo fato de proporcionar os melhores resultados para a altura da planta, o diâmetro do colo e a relação entre a altura da planta e o diâmetro do colo (AP/DC).

Os resultados do número de folhas, altura de planta, diâmetro do caule e a relação altura de planta e o diâmetro de mudas de *D. gardneriana* produzidas em tubetes com tamanhos diferentes encontram-se na Figura 2A-D, pelos quais verificou-se efeito linear positivo para o número de folhas em função do tempo de avaliação nos tratamentos com tubetes de 55 e 175 cm³, bem como garrafas pet de 250 e 500 mL, sendo estes mais elevados nas mudas produzidas em garrafas tipo pet, enquanto nas plantas formadas em tubetes com capacidade volumétrica de 110 cm³ o valor médio foi seis folhas (Figura 1A). Para o diâmetro do colo constatou-se efeito linear crescente em função do tempo de avaliação para todos os tratamentos, exceto no tratamento que usou tubetes com capacidade volumétrica de 55cm³, cujo valor médio foi de 1,37 mm (Figura 2C).

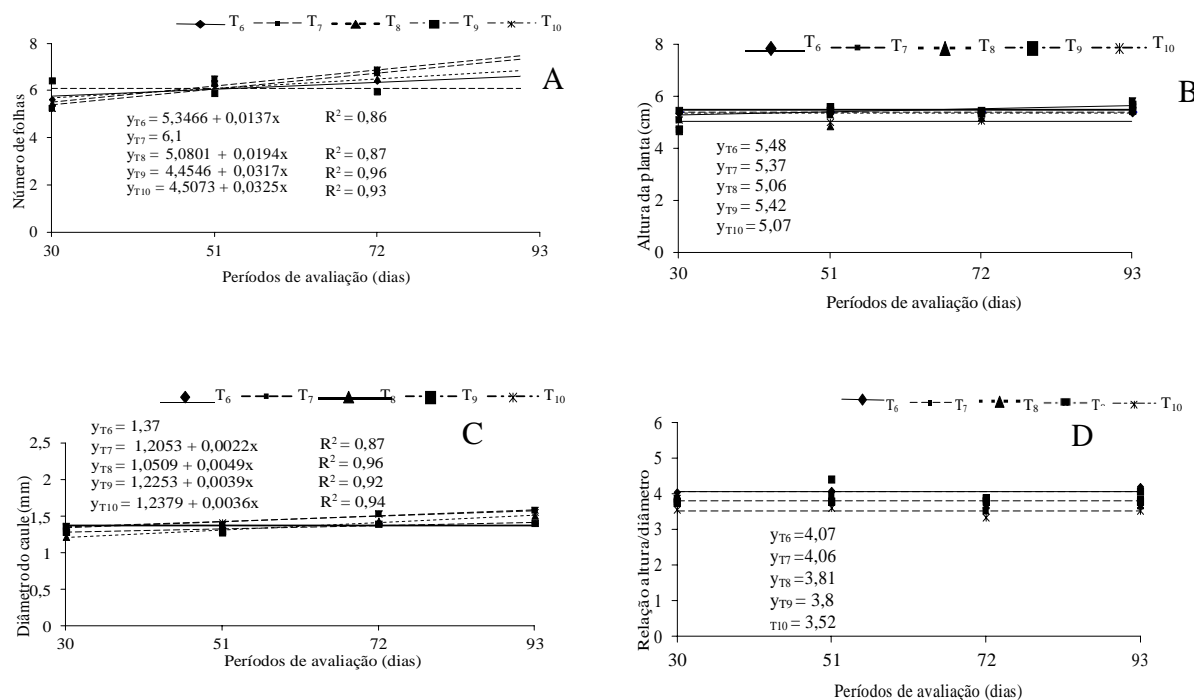


Figura 2. Número de folhas (A), altura de planta (B), diâmetro do colo (C) e relação entre a altura de planta e o diâmetro do colo (AP/DC) de mudas de *D. gardneriana* produzidas em tubetes com diferentes diâmetros.

Volume dos tubetes (T₆ = 55; T₇ = 110; T₈ = 175; T₉ = 250 e T₁₀ = 500 cm³).

Figure 2. Number of leaves (A), plant height (B), stem diameter (C) and the ratio between the plant height and the stem diameter (AP/DC) seedlings *D. gardneriana* produced in tubes with different diameters.

Bags of sizes (T₁ = 10 x 12, T₂ = 12 x 12, T₃ = 11 x 18, T₄ = 12 x 22 e T₅ = 15 x 28 cm).

As variáveis, altura de planta e a relação altura de planta e diâmetro do colo não foram influenciadas pelos tratamentos utilizados, de forma que os dados não se ajustaram a nenhum modelo de regressão polinomial, cujos valores médios foram de 5,48; 5,37; 5,06; 5,42 e 5,07 cm e de 4,07; 4,06; 3,81; 3,8 e 3,52, respectivamente (Figura 2B e D). O fácil manuseio, economia de substrato, reutilização e presença de ranhuras que evita o enovelamento das raízes são algumas das vantagens do uso do tubete para a produção de mudas, no entanto, para as variáveis analisadas (Figura 2A-D) se constatou resultados inferiores de mudas produzidas nesses recipientes, independente do diâmetro testado, quando comparadas àquelas produzidas

em sacos de polietileno (Figura 1A-D). Dessa forma, sugere-se que o tubete e a garrafa pet com os diâmetros utilizados não são adequados para a produção de mudas da espécie em estudo, tendo em vista que estas variáveis morfológicas são relevantes na definição da qualidade das mesmas.

Com base nas variáveis altura e diâmetro das mudas de *D. gardneriana* produzidas em tubetes pode-se afirmar que estas têm baixa qualidade, tendo em vista que pouco se desenvolveram durante as avaliações, dos 30 aos 93 dias (Figura 2A-D). Na determinação da qualidade de mudas de espécies florestais, Gomes e Paiva (2013) afirmaram que as características morfológicas são as mais utilizadas devido à facilidade de medição e/ou visualização, a exemplo da altura da planta e diâmetro do colo, os quais são variáveis importantes para estimar o crescimento da planta no campo e utilizadas com eficiência para avaliar a qualidade das mudas no viveiro.

A relação entre a altura de planta e seu respectivo diâmetro se constituem um dos mais importantes caracteres morfológicos para estimar o crescimento da muda no campo, tendo em vista que a divisão da altura pelo seu diâmetro exprime um equilíbrio de crescimento, relacionando esses dois importantes índices morfológicos em apenas um, que quanto menor for o valor dessa relação maior será a capacidade das mudas sobreviverem e se estabelecerem em campo (GOMES e PAIVA, 2013). Ressaltando-se que este parâmetro é usado para avaliar a qualidade de mudas de espécies florestais, e refletir o acúmulo de reservas, além de assegurar maior resistência e melhor fixação no solo (STÜPP et al., 2015).

Para o crescimento das mudas de *D. gardneriana* produzidas em tubetes e garrafas pet avaliadas dos 30 aos 93 dias constatou-se que o aumento nos volumes desses recipientes (55, 110, 175, 250 e 500 cm³) pouco influenciaram no diâmetro do colo e não exerceram influência alguma na altura da planta e relação altura/diâmetro (Figura 2A-D). Porém, Storck et al. (2016) estudando diferentes tamanhos de tubetes (50, 100, 200 cm³) para produção de mudas de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* S.T. Blake. obtiveram resultados diferentes e destacaram que aos 90 dias, os recipientes de 100 e 200 cm³ proporcionaram os maiores valores para os parâmetros (altura, diâmetro, massa seca de parte aérea e massa seca total).

Quanto ao tipo de recipiente, constatou-se melhor desempenho para as mudas produzidas em sacos de polietileno em relação aquelas do tubete, fato observado também na pesquisa de Farias Junior et al. (2007) com mudas de *Parkinsonia aculeata* L. e Bomfim et al. (2009) com mudas de *Pterogyne nitens* Tull. Porém, Bao et al. (2014) testaram diferentes recipientes: saco de polietileno preto (15 x 25 cm), tubete (2,60 cm de diâmetro x 13 cm de altura) e bandeja de isopor (128 células nas dimensões de 680 x 340 x 60 mm de profundidade) na produção de mudas de *Matayba guianensis* Aubl. e recomendaram os recipientes saco plástico ou tubete para a produção de mudas desta espécie.

Quanto ao tamanho dos sacos de polietileno (Tabela 1) verificou-se que houve diferença estatística para todas as variáveis analisadas, sendo os maiores valores médios provenientes de mudas produzidas em saco de polietileno com maior diâmetro (15 x 28 cm), por outro lado, o emprego do saco de polietileno com menor capacidade volumétrica (10 cm x 12 cm) afetou negativamente o desempenho das mudas quando comparadas com aquelas produzidas nos recipientes maiores 12 x 12, 11 x 18, 12 x 22, 15 x 28 cm.

Tabela 1. Comprimento da parte aérea, da raiz primária, massa verde da parte aérea, das raízes, massa seca da parte aérea e das raízes de mudas de *D. gardneriana* produzidas em sacos de polietileno com diferentes diâmetros.

Table 1. Shoot length, primary root, shoot fresh weight of roots, shoot dry mass and root of *D. gardneriana* plants produced in bags of different diameters.

Sacos	Comprimento (cm)		Massa verde (g)		Massa seca (g)	
	Parte aérea	Raiz primária	Parte aérea	Raízes	Parte aérea	Raízes
10x12	10,56 c	17,06 c	0,735 c	0,688 c	0,340 c	0,147 c
12x12	12,11 bc	18,39 c	0,953 b	1,009 b	0,421 bc	0,215 bc
11x18	13,06 b	23,95 b	0,996 b	1,075 b	0,463 bc	0,252 b
12x22	13,42 b	25,68 b	1,148 b	1,082 b	0,551 b	0,281 b
15x28	16,14 a	37,28 a	1,818 a	1,719 a	0,889 a	0,524 a
CV (%)	6,0	8,08	8,51	11,13	11,75	12,76
DMS	1,76	4,46	0,22	0,28	0,14	0,08

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O comprimento da parte aérea de mudas produzidas em tubetes com diferentes capacidades volumétricas não diferiu estatisticamente em função dos tratamentos empregados, enquanto que para o comprimento da raiz primária e a massa verde da parte aérea os maiores valores (23,12 cm e 0,476 g, respectivamente) foram constatados quando se utilizou a garrafa do tipo pet. Para a massa verde das raízes e massa seca da parte aérea e das raízes as mudas produzidas em garrafas do tipo pet de 250 e 500 mL foram superiores, não diferindo estatisticamente entre si (Tabela 2).

Tabela 2. Comprimento da parte aérea, da raiz primária, massa verde da parte aérea, das raízes, massa seca da parte aérea e das raízes de mudas de *D. gardneriana* produzidas em tubetes e garrafas do tipo pet com diferentes diâmetros.

Table 2. Shoot length, primary root, shoot fresh weight of roots, shoot dry mass and root of seedlings *D. gardneriana* produced in tubes and pet type bottles with different diameters.

Tubetes	Comprimento (cm)		Massa verde (g)		Massa seca (g)	
	Parte aérea	Raiz primária	Parte aérea	Raízes	Parte aérea	Raízes
55 mL	8,83 a	11,08 c	0,318 c	0,403 c	0,148 c	0,089 b
110 mL	9,62 a	13,21 c	0,386 bc	0,588 bc	0,177 bc	0,134 b
175 mL	8,79 a	12,27 c	0,394 b	0,624 b	0,185 bc	0,134 b
Garrafas						
250 mL	9,25 a	16,82 b	0,401 b	0,971 a	0,192 ab	0,195 a
500mL	8,53 a	23,12 a	0,476 a	1,051 a	0,229 a	0,233 a
CV (%)	7,64	6,80	8,12	12,89	9,19	14,34
DMS	1,55	2,35	0,07	0,21	0,04	0,05

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As variáveis comprimento de raiz primária e parte aérea, bem como suas respectivas massas verde e seca foram relevantes na determinação da qualidade das mudas de *D. gardneriana*, exceto o comprimento da parte aérea de mudas produzidas em tubetes, por isso vale salientar que as mudas que desenvolvem bem sua parte aérea, ao serem plantadas no

campo podem reduzir a necessidade de limpezas no povoamento, o que implica em um menor custo de produção.

Por outro lado, o bom desenvolvimento das raízes pode assegurar melhor desempenho em campo, uma vez que as mesmas estão intimamente relacionadas com as atividades de natureza fisiológica das mudas, no complexo ambiente-solo-água-plantas, enquanto a massa seca da parte aérea indica a rusticidade das mudas, ao passo que a massa seca das raízes pode estimar a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas no campo (GOMES e PAIVA, 2013).

Tanto a massa fresca como a seca de raízes e parte aérea foram crescentes com o aumento do volume dos recipientes (sacos de polietileno, tubetes e garrafas tipo pet), contudo, estes valores foram mais elevados em mudas produzidas em sacos de polietileno com maior diâmetro (15 x 28 cm) (Tabela 1), certamente devido a maior disponibilidade de espaço físico, permitindo uma maior absorção de água e nutrientes. Resultados semelhantes foram constatados por Bonfim et al. (2009), em que o peso fresco e seco de raízes e parte aérea de mudas de *Pterogyne nitens* Tull. foram mais elevados quando se utilizaram sacos de polietileno com maior capacidade volumétrica (2090 cm³).

Avaliando a influência de diferentes diâmetros de tubetes na produção de mudas de *Hymenaea courbaril* L., *Tabebuia chrysotricha* (Mart.) e *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Ferraz e Engel (2011) constataram que estas espécies se comportaram de forma diferenciada com relação ao volume do tubete, sendo que as mudas de *T. chrysotricha* produzidas em tubetes de 300 cm³ atingiram maior massa seca das raízes e menor massa da parte aérea. A utilização do recipiente de maior volume (1,660 cm³) também produziu mudas de *Hymenaea courbaril* L. com o máximo valor de massa seca de raízes e parte aérea (OLIVEIRA et al., 2014). Testando sacos de polietileno com diferentes capacidades volumétricas (15 x 27 cm) e (25 x 26 cm) na produção de mudas de *Spondias tuberosa* Arruda Câmara, Cruz et al. (2016) verificaram que quando se utilizou terra do subsolo, a massa seca de raiz e parte aérea não foram influenciadas pelo tamanho do recipiente e recomendam o saco de 15 x 27 cm para a produção de mudas desta espécie.

Para a relação massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA/MSR) das mudas produzidas em sacos de polietileno (Tabela 3) constatou-se que os valores obtidos foram superiores quando se utilizou sacos de polietileno de 10 x 12 cm, não se verificando diferença estatística entre os demais tratamentos, enquanto que para as relações entre altura de planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA) e comprimento da parte aérea e da raiz primária (CPA/CR), os tratamentos com sacos de polietileno de dimensões 10 x 12 cm 12 x 12 cm e 11 x 18 cm não diferiram estatisticamente entre si, porém os menores valores destas variáveis analisadas (AP/MSPA) e (CPA/CR) foram obtidos de mudas produzidas em sacos de polietileno com maior capacidade volumétrica 15 x 28 cm que por sua vez não diferiu do tratamento (12 x 22 cm), enquanto a massa seca total de plantas foi estatisticamente superior quando se utilizou o saco de polietileno com maior dimensão 15 x 28 cm.

Pelos dados da Tabela 4 constatou-se que os maiores índices foram provenientes de mudas produzidas nos tubetes com as menores capacidades volumétricas 55, 110 e 175 cm³, no entanto, para as relações massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA/MSR) e altura de planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA) verificou-se que as mudas produzidas em garrafas do tipo pet de 250 e 500 mL atingiram os menores índices, os quais não diferiram dos tratamentos com tubetes de 110 e 175 cm³ (respectivamente), enquanto para a relação entre comprimento da parte aérea e da raiz primária (CPA/CR) obteve-se menor valor em mudas produzidas em garrafas do tipo pet de 500 mL e a massa seca total (MST) foi mais elevada nas mudas provenientes das garrafas tipo pet de 500 mL.

Tabela 3. Relação entre a massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA/MSR), altura de planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA), comprimento da parte aérea e da raiz primária (CPA/CR) e massa seca total de mudas de *D. gardneriana* produzidas em sacos de polietileno com diferentes diâmetros.

Table 3. Relationship between the dry weight of shoots and roots (MSPA/MSR), plant height and dry weight of shoot (AP/MSPA), shoot length and primary root (CPA/CR) and dry mass of seedlings *D. gardneriana* produced in plastic bags with different diameters.

Sacos	Relação			Massa seca total (g)
	MSPA/MSR	AP/MSPA	CPA/CR	
10x12	2,322 a	21,06 a	0,619 ab	0,488 c
12x12	1,952 b	18,57 ab	0,662 a	0,636 bc
11x18	1,839 b	18,27 ab	0,551 abc	0,715 bc
12x22	1,969 b	16,30 bc	0,523 bc	0,832 b
15x28	1,694 b	12,26 c	0,43 c	1,413 a
CV (%)	7,88	10,50	9,83	13,31
DMS	0,35	4,09	0,12	0,237

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Relação entre a massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA/MSR), altura de planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA), comprimento da parte aérea e da raiz primária (CPA/CR) e massa seca total de mudas de *D. gardneriana* produzidas em tubetes e garrafas do tipo pet com diferentes diâmetros.

Table 4. Relationship between the dry weight of shoots and roots (MSPA/MSR), plant height and dry weight of shoot (AP/MSPA), shoot length and primary root (CPA/CR) and dry mass of seedlings *D. gardneriana* produced in tubes and bottles type pet with different diameters.

Tubetes	Relação			Massa seca total (g)
	MSPA/MSR	AP/MSPA	CPA/CR	
55 mL	1,677 a	39,15 a	0,807 a	0,236 d
110 mL	1,386 ab	31,15 ab	0,732 a	0,319 c
175 mL	1,344 ab	31,49 ab	0,718 ab	0,311 c
Garrafas				
250 mL	1,031 b	30,42 ab	0,555 b	0,387 b
500 mL	0,984 b	23,82 b	0,371 c	0,462 a
CV (%)	15,41	14,34	11,85	7,67
DMS	0,45	10,09	0,17	0,06

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No que se refere às mudas produzidas em sacos de polietileno e tubetes de maiores dimensões constatou-se que os valores obtidos da relação altura e massa seca da parte aérea (APA/MSPA) foram os menores, o que é um resultado importante porque quanto menor for esse índice, mais lenhificada será a muda e maior a sua capacidade de sobrevivência no campo (GOMES e PAIVA, 2013).

Na relação comprimento da parte aérea e da raiz primária (CPA/CR), os valores verificados nos sacos de polietileno e tubetes com maior capacidade volumétrica foram os menores, em função do crescimento elevado da raiz primária, que foi mais que o dobro da

parte aérea. Quanto à relação massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA/MSR), com exceção do tratamento com saco de menor tamanho 10 x12 cm, nos demais, os valores obtidos foram inferiores a 2,0, valor mínimo estabelecido para esta relação (GOMES e PAIVA, 2013).

Este comportamento pode estar relacionado às características da espécie em direcionar grande parte dos fotoassimilados para o desenvolvimento da raiz, como estratégia de sobrevivência em ambientes deficientes em água, uma vez que se trata de uma planta do cerrado e da caatinga brasileira (PIRES et al., 2010). Resultados similares foram constatados por Ferraz e Engel (2011) com mudas de *Tabebuia chrysotricha* (Mart.), cujo maior comprimento da raiz primária e maior relação massa seca das raízes e parte aérea (MSR/MSPA) foi atribuído ao comportamento ecológico da espécie.

Para a área foliar e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *D. gardneriana* verificou-se as maiores médias quando as mudas foram produzidas em sacos de polietileno com maior tamanho (15 x 28 cm), enquanto que a porcentagem de sobrevivência não diferiu entre os tratamentos e para a porcentagem de raízes, o menor valor ocorreu nas mudas produzidas em sacos de polietileno com menor tamanho (10 x 12 cm), não havendo diferença estatística entre os demais tratamentos (Tabela 5).

Tabela 5. Área foliar, índice de qualidade de Dickson (IQD), porcentagem de sobrevivência e de raízes (%R) de mudas de *D. gardneriana* produzidas em sacos de polietileno com diferentes diâmetros.

Table 5. Leaf area, Dickson quality index (DQI), percentage of survival and roots (%R) of seedlings *D. gardneriana* produced in plants grown in bags with different diameters.

Sacos	Área foliar (cm ²)	IQD	Porcentagem	
			Sobrevivência	Raízes
10x12	136,96 c	0,074 c	89 a	30,21 b
12x12	158,74 c	0,101 bc	93 a	33,90 ab
11x18	180,54 bc	0,110 bc	94 a	35,33 a
12x22	218,69 b	0,126 b	96 a	33,71 ab
15x28	297,55 a	0,214 a	100 a	37,14 a
CV (%)	31,20	16,77	4,85	5,15
DMS	54,5	0,045	10,35	3,96

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A área foliar de mudas produzidas nos tubetes de 175 mL e nas garrafas de 250 e 500 mL não diferiu estatisticamente entre si, contudo os tratamentos com tubetes de 175 e garrafas de 250 mL, respectivamente, não diferiram dos tratamentos com tubetes de 55 e 110 mL; para o índice de qualidade de Dickson (IQD), os maiores valores foram obtidos de mudas produzidas nas garrafas do tipo pet de 250 e 500 mL, sendo estatisticamente semelhantes, enquanto que para a porcentagem de sobrevivência não houve diferença estatística entre os tratamentos. Para a porcentagem de raízes, os tratamentos com tubetes de 110 e 175 mL, garrafas de 250 e 500 mL, respectivamente, não diferiram entre si, no entanto, os tratamentos com tubetes de 110 e 175 mL não diferiram do tratamento de menor capacidade volumétrica 55 mL (Tabela 6).

A área foliar (Figura 5) de mudas produzidas em sacos de polietileno foi superior àquela das mudas provenientes dos tubetes, sendo mais elevada em mudas submetidas ao saco de polietileno com maior dimensão (15 x 28 cm). Assim como a altura da planta e o diâmetro do colo, a área foliar é uma variável morfológica relevante na determinação da qualidade da muda, a qual pode ser considerada como elemento fundamental para expressar a capacidade

fotossintética e a área de transpiração.

Entre os índices que avaliam a qualidade da muda, o de Dickson (IQD) é o mais importante pelo fato de ser calculado com base na massa seca total, das raízes e parte aérea, além da altura e diâmetro do colo, de forma que quanto maior for o valor desse índice, melhor será o padrão de qualidade das mudas (GOMES e PAIVA, 2013). Com base nesse índice, pode se afirmar que as mudas produzidas em sacos de polietileno com maior capacidade volumétrica 15 x 28 cm são de melhor qualidade (IQD = 0,214), por outro lado, as mudas produzidas em tubetes tiveram qualidade inferior, o que comprova a influência do volume do recipiente.

Tabela 6. Área foliar, índice de qualidade de Dickson (IQD), porcentagem de sobrevivência e de raízes (%R) de mudas de *D. gardneriana* produzidas em tubetes e garrafas do tipo pet com diferentes diâmetros.

Table 6. Leaf area, Dickson quality index (DQI), percentage of survival and roots (%R) of seedlings *D. gardneriana* produced in tubes and bottles type pet with different diameters.

Tubetes	Área foliar (cm ²)	IQD	Porcentagem	
			Sobrevivência	Raízes
55 mL	52,00 b	0,041 c	98 a	37,53 b
110 mL	52,30 b	0,059 bc	100 a	42,0 ab
175 mL	62,00 ab	0,060 bc	100 a	43,06 ab
Garrafas				
250 mL	61,55 ab	0,084 ab	100 a	49,86 a
500mL	68,00 a	0,103 a	100 a	50,42 a
CV (%)	28,16	16,7	1,59	9,21
DMS	14,67	0,03	3,53	9,25

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ao avaliar diferentes diâmetros de recipiente na produção de mudas de *Hymenaea courbaril* L., *Tabebuia chrysotricha* (Mart.) e *Parapiptadenia rigida* (Benth.), Feraz e Engel (2011) verificaram que as mudas produzidas no recipiente de maior volume (300 cm³) foram superiores às obtidas de tubetes de menor volume. Da mesma forma, Storck et al. (2016) estudando diferentes tamanhos de tubetes (50, 100, 200 cm³) para produção de mudas de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* S.T. Blake. verificaram que as mudas produzidas nos tubetes de maior volume têm melhor qualidade.

Com relação à porcentagem de raízes esta foi menor nas mudas produzidas em sacos de polietileno de menor diâmetro 10 x 12 cm (Tabela 5), por outro lado, as mudas produzidas em tubetes, de forma geral, tiveram maior porcentagem de raízes (Tabela 6), porém esse percentual está relacionado apenas a massa de raízes e parte aérea e não com a massa seca total produzida, uma vez que, as mudas provenientes de sacos de polietileno tinham maior biomassa seca total. Souza et al. (2005), trabalhando com mudas de *Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich., em diferentes recipientes, também constataram que os recipientes de maior volume promoveram maior quantidade de raízes.

O cálculo da porcentagem de raízes pode ter relevância no estudo de qualidade das mudas quando comparado com outras variáveis, principalmente às de massa, podendo ser verificada sua variação em função dos tratamentos, uma vez que as raízes têm importância na

sobrevivência e crescimento das mudas, devido sua função na absorção de água, nutrientes e fixação da planta no solo.

Pelas correlações de Pearson (Tabela 7), verificou-se que os valores de massa verde das raízes (MVR), parte aérea (MVPA), massa seca das raízes (MSR) e parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), comprimento da raiz primária (CR), da parte aérea (CPA), índice de qualidade de Dickson (IQD), área foliar (AF) e porcentagem de raízes (%R) estão intimamente correlacionados, cujo aumento em qualquer uma das características mencionadas proporcionou elevação de forma positiva nas demais, o inverso foi constatado quando se correlacionaram as variáveis de massas, comprimentos, índice de qualidade de Dickson, área foliar e porcentagem de raízes com as relações comprimento da parte aérea e comprimento da raiz primária (CPA/CR), massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA/MSR) e altura de planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA), sendo observado que qualquer elevação nas variáveis anteriormente citadas diminui os valores das relações estudadas.

Analisando os dados da Tabela 8 observa-se que, com exceção do comprimento da parte aérea (CPA), as correlações entre as variáveis de massas, comprimentos, índice de qualidade de Dickson, área foliar e porcentagem de raízes foram positivas e significativas, porém, quando comparadas com as relações entre o comprimento da parte aérea e da raiz primária (CPA/CR), massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA/MSR) e altura de planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA) foram negativas, comportamento semelhante verificado para as correlações entre as variáveis provenientes de mudas produzidas nos sacos de polietileno.

As variáveis, de massas verde e seca de raiz (MVR e MSR) e parte aérea (MVPA e MSPA), massa seca total (MST), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz primária (CR), índice de qualidade de Dickson (IQD), área foliar (AF) e porcentagem de raízes (%R) se correlacionaram de forma negativa com as relações entre o comprimento da parte aérea e da raiz primária (CPA/CR), massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA/MSR) e altura da planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA), isto ocorreu porque, com o aumento nos volumes dos recipientes, os valores obtidos nas primeiras variáveis também foram crescentes, porém, o inverso ocorreu com os valores das relações (CPA/CR, MSPA/MSR e AP/MSPA) que reduziu com o aumento no tamanho dos sacos de polietileno e tubetes. Por outro lado, a ausência de correlação do comprimento da parte aérea (CPA) de mudas produzidas em tubetes com as demais variáveis pode está relacionada com o comportamento do comprimento da parte aérea em função dos tratamentos que diferentemente das demais variáveis não acompanhou a variação existente entre os diâmetros dos tubetes.

As variáveis estudadas para determinar a qualidade das mudas de *D. gardneriana*, com exceção do comprimento da parte aérea de mudas produzidas em tubetes, as demais estão altamente correlacionadas e são importantes para classificar as mudas desta espécie em termos de qualidade, destacando-se o índice de qualidade de Dickson (IQD), o qual teve forte correlação com todas as variáveis analisadas nos dois experimentos. Na produção de mudas de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*, Silva et al. (2012) verificaram correlação positiva do IQD com as variáveis, altura, diâmetro e massa seca de raízes e parte aérea.

Tabela 7. Coeficientes de correlação simples de Pearson entre as variáveis, massa verde das raízes (MVR), da parte aérea (MVPA), massa seca das raízes (MSR), da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), comprimento da raiz primária (CR), da parte aérea (CPA), índice de qualidade de Dickson (IQD), área foliar (AF), relação entre comprimento da parte aérea e raízes (CPA/CR), massa seca da parte aérea e raízes (MSPA/MSR), altura de planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA) e porcentagem de raízes (%R) de mudas de *D. gardneriana* produzidas em sacos de polietileno com diferentes diâmetros.

Table 7. Correlation coefficients of Pearson among the variables, green mass of roots (MVR), the shoot (MVPA), dry mass of roots (MSR), the (MSPA), total dry matter (MST), root length primary (CR), the shoot (CPA), Dickson quality index (DQI), leaf area (AF), relationship between shoot length and root (CPA/CRA), dry weight of shoots and roots (MSPA/MSR), height and dry weight of shoot (AP/MSPA) and percentage of roots (%R) of seedlings *D. gardneriana* produced in bags with different diameters.

SACOS	MVPA	MSR	MSPA	MST	COMR	COMPA	IQD	AF	CPA/CRA	MSPA/MSR	AP/MSPA	%R
MVR	0,93**	0,94**	0,91**	0,92**	0,92**	0,86**	0,90**	0,73**	-0,74**	-0,75**	-0,82**	0,76**
MVPA	-	0,98**	0,98**	0,98**	0,93**	0,91**	0,96**	0,86**	-0,69**	-0,61**	-0,88**	0,63**
MSR	-	-	0,98**	0,99**	0,95**	0,89**	0,99**	0,87**	-0,75**	-0,68**	-0,91**	0,69**
MSPA	-	-	-	1,00**	0,93**	0,89**	0,98**	0,90**	-0,71**	-0,56**	-0,92**	0,57**
MST	-	-	-	-	0,94**	0,89**	0,99**	0,89**	-0,73**	-0,61**	-0,92**	0,62**
COMR	-	-	-	-	-	0,89*	0,93**	0,82**	-0,88**	-0,69**	-0,84**	0,71**
COMPA	-	-	-	-	-	-	0,87**	0,87**	-0,58**	-0,64**	-0,78**	0,64**
IQD	-	-	-	-	-	-	-	0,88**	-0,72**	-0,65**	-0,93**	0,66**
AF	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,56**	-0,46*	-0,83**	0,45*
CPA/CRA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,62**	0,67**	-0,64**
MSPA/MSR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,58**	-0,99**
AP/MSPA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,59**

**Significativo a 1%, *Significativo a 5% de probabilidade. ^{ns}Não significativo.

Tabela 8. Coeficientes de correlação simples de Pearson entre as variáveis, massa verde das raízes (MVR), da parte aérea (MVPA), massa seca das raízes (MSR), da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), comprimento da raiz primária (CR), da parte aérea (CPA), índice de qualidade de Dickson (IQD), área foliar (AF), relação entre comprimento da parte aérea e raízes (CPA/CR), massa seca da parte aérea e raízes (MSPA/MSR), altura de planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA) e porcentagem de raízes (%R) de mudas de *D. gardneriana* produzidas em tubetes e garrafas do tipo pet com diferentes diâmetros.

Table 8. Correlation coefficients of Pearson among the variables, green mass of roots (MVR), the shoot (MVPA), dry mass of roots (MSR), the (MSPA), total dry matter (MST), root length primary (CR), the shoot (CPA), Dickson quality index (DQI), leaf area (AF), relationship between shoot length and root (CPA/CR), dry weight of shoots and roots (MSPA/MSR), height and dry weight of shoot (AP/MSPA) and percentage of roots (%R) of seedlings *D. gardneriana* produced in tubes and bottles type pet with different diameters.

Tubete/Garrafa	MVPA	MSR	MSPA	MST	COMPR	COMPA	IQD	AF	COMPA/CRA	MSPA/MSR	AP/MSPA	% R
MVR	0,76**	0,87**	0,77**	0,88**	0,87**	-0,33 ^{ns}	0,87**	0,53**	-0,89**	-0,80**	-0,60**	0,77**
MVPA	-	0,77**	0,91**	0,86**	0,79**	-0,15 ^{ns}	0,79**	0,54**	-0,69**	-0,56**	-0,79**	0,53**
MSR	-	-	0,78**	0,97**	0,87**	-0,09 ^{ns}	0,96**	0,47**	-0,79**	-0,90**	-0,70**	0,92**
MSPA	-	-	-	0,90**	0,82**	-0,01 ^{ns}	0,80**	0,65**	-0,66**	-0,51*	-0,85**	0,49**
MST	-	-	-	-	0,89**	-0,07 ^{ns}	0,95**	0,56**	-0,78**	-0,81**	-0,80**	0,81**
COMPR	-	-	-	-	-	-0,23 ^{ns}	0,85**	0,48*	-0,91**	-0,71**	-0,62**	0,70**
COMPA	-	-	-	-	-	-	-0,20 ^{ns}	-0,18 ^{ns}	0,53**	0,14 ^{ns}	0,03 ^{ns}	-0,12 ^{ns}
IQD	-	-	-	-	-	-	-	0,55**	-0,79**	-0,83**	-0,82**	0,84
AF	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,43*	-0,35 ^{ns}	-0,64**	0,30 ^{ns}
COMPA/CRA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,73**	0,48*	-0,71**
MSPA/MSR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,49*	-0,99**
AP/MSPA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,48*

**Significativo a 1%, *Significativo a 5% de probabilidade.^{ns}Não significativo.

De forma geral, o tamanho dos recipientes utilizados influenciou a qualidade das mudas da espécie estudada, sendo o saco de polietileno de maior dimensão o mais recomendado por ter se destacado em todas as características avaliadas, enquanto nos sacos de polietileno de 12 x 12, 11 x 18 e 12 x 22 cm, as mudas expressaram praticamente o mesmo comportamento, podendo ser utilizado qualquer um desses tamanhos, caso se queira produzir mudas de tamanho menor.

Dentre os tamanhos dos tubetes avaliados na produção de mudas, a garrafa tipo pet de 500 mL pode ser uma alternativa para produzir mudas pequenas com qualidade superior às obtidas nos tubetes, porém, inferior as produzidas nos sacos de polietileno. Além disso, os recipientes de maior volume geralmente são utilizados para espécies de crescimento lento ou que permanecerão mais tempo no viveiro (CRUZ et al., 2016).

CONCLUSÕES

O saco de polietileno com dimensão 15 x 28 cm é o mais indicado para produção de mudas de *Dimorphandra gardneriana* Tul.;

As mudas produzidas nos sacos de polietileno com dimensões de 12 x 12, 11 x 18 e 12 x 22 cm têm o mesmo comportamento, podendo ser utilizado qualquer um desses tamanhos para produção de mudas pequenas;

Os tubetes e as garrafa pet testadas não são recomendados para a produção de mudas desta espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L.S.; MAIA, N.; ORTEGA, A.R.; ANGELO, A.C. Crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* Cham., em viveiro submetidas a diferentes níveis de luminosidade. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.3, p.323-329, 2005.
- ANTONIAZZI, A.P.; BINOTTO, B.; NEUMANN, G.M.; SAUSEN, T.L.; BUDKE, J.C. Eficiência de recipientes no desenvolvimento de mudas de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.11, n.3, p.313-317, 2013.
- BAO, F.; LIMA, L.B.; LUZ, O.B. Caracterização morfológica do ramo, sementes e plântulas de *Matayba guianensis* Aubl. e produção de mudas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v.38, n.1, p.63-71, 2014.
- BOMFIM, A.A.; NOVAES, A.B.; SÃO JOSÉ, A.R.; GRISI, F.A. Avaliação morfológica de mudas de madeira-nova (*Pterogyne nitens* Tull.) produzidas em tubetes e sacos plásticos e de seu desempenho no campo. **Floresta**, Curitiba, v.39, n.1, p.33-40, 2009.
- CAMPOS, M.C.C.; MARQUES, F.J.; LIMA, A.G.; MENDONÇA, R.M.N. Crescimento de porta-enxerto de gravioleira (*Annona muricata* L.) em substratos contendo doses crescentes de rejeitos de caulim. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Campina Grande, v.8, n.1, p.61-66, 2008.
- COSTA, M.C.; ALBUQUERQUE, M.C.F.; ALBRECHT, J.M.F.; COELHO, M.F.B. Substratos para produção de mudas de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.35, n.1, p.19-24, 2005.

CRUZ, F.R.S.; ANDRADE, L.A.; FEITOSA, R.C. Produção de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) em diferentes substratos e tamanho de recipientes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.26, n.1, p.69-80, 2016.

CUNHA, A.O.; ANDRADE, L.A.; BRUNO, R.L.A.; SILVA, J.A.L.; SOUZA, V.C. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.4, p.507-516, 2005.

DIAS, I.M.; BARRETO, I.D.C.; FERREIRA, R.A. A utilização de recipientes com maiores volumes promoveram maior crescimento absoluto para diâmetro e altura das mudas de *Sapindus saponaria* L. **Revista Interdisciplinar de Pesquisa e Inovação**, São Cristóvão, v.1, n.1, p.1-10, 2015.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, Ontário, v.36, n.1, p.10-13, 1960.

FARIA, W.S.; GAIVA, I.X.; PEREIRA, W.E. Comportamento de cinco genótipos de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) na fase de germinação e de crescimento de mudas, sob diferentes sistemas de produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.458-462, 2002.

FARIAS JÚNIOR, J.A.; CUNHA, M.C.L.; FARIAS, S.G.G.; MENEZES JÚNIOR, J.C. Crescimento inicial de mudas de turco sob diferentes tipos de recipientes e níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.2, n.3, p.228-232, 2007.

FERRAZ, A.V.; ENGEL, V.L. Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee Et Lang.), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex Dc.) Sandl.) e guarucaia (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.3, p.413-423, 2011.

FERREIRA, D.F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. **Viveiros florestais**: Propagação sexuada, 1.ed., Ed. UFV, Viçosa, 2013. 116p.

GUARESCHI, D.G.; LANZARINI, A.C.; LAZAROTTO, M.; MACIEL, C.G.; BARBIERI, G. Envelhecimento acelerado de sementes e qualidade de plântulas de *Bauhinia forficata* Link em diferentes substratos e tamanhos de tubetes. **Revista Agro@mbiente**, Boa Vista, v.9, n.1, p.65-71, 2015.

LIMA, R.L.S.; SEVERINO, L.S.; SILVA, M.I.L.; VALE, L.S.; BELTRÃO, N.E.M. Volume de recipientes e composição de substratos para produção de mudas de mamoneira. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.3, p.480-486, 2006.

MONTANO, H.G.; SILVA, G.S.; ROCHA, R.C.; JIMENEZ, N.Z.A.; PEREIRA, R.C.; BRIOSO, P.S.T. Phytoplasma in “fava d’anta” tree (*Dimorphandra gardneriana*) in Brazil. **Bulletin of Insectology**, Bolonha, v.60, n.2, p.147-148, 2007.

OLIVEIRA, L.S.B.; ANDRADE, L.A.; ALVES, A.S.; GONÇALVES, G.S. Substrato e volume de recipiente na produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). **Nativa**, Sinop, v.2, n.2, p. 103-107, 2014.

PIRES, N.R.; CUNHA, P.L.R.; PAULA, R.C.M.; FEITOSA, J.P.A.; JAMACARU, F.V.F.; MORAES FILHO, M.O. Viscoelásticos oftálmicos: comparação entre os comerciais e formulações de galactomanana de *Dimorphandra gardneriana*. **Química Nova**, São Paulo, v.33, n.8, p.1709-1713, 2010.

SILVA, R.B.G.; SIMÕES, D.; SILVA, M.R. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.3, p.297-302, 2012.

URSULINO, M.M. **Tecnologia de sementes de *Dimorphandra gardneriana* Tulasne**. 2013. 89f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2013.

SOUZA, V.C.; ANDRADE, L.A.; BRUNO, R.L.A.; CUNHA, A.O.; SOUZA, A.P. Produção de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich.) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. **Agropecuária Técnica**, Areia, v.26, n.2, p.98-108, 2005.

STORCK, E.B.; SCHORN, L.A.; FENILLI, T.A.B. Crescimento e qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* em diferentes recipientes. **Floresta**, Curitiba, v.46, n.1, p.39-46, 2016.

STÜPP, A.M.; NAVROSKI, M.C.; FELIPPE, D.; KNISS, D.C.; AMANCIO, J.C.; SILVA, M.B.; PEREIRA, M.O. Crescimento de mudas de *Mimosa scabrella* Benth em função de diferentes tamanhos de recipientes e doses de fertilizante. **Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria, v.3, n.2, p.40-47, 2015.

VIANA, J.S.; GONÇALVES, E.P.; ANDRADE, L.A.; OLIVEIRA, L.S.B.; SILVA, E.O. Crescimento de mudas de *Bauhinia forficata* Link., em diferentes tamanhos de recipientes. **Floresta**, Curitiba, v.38, n.4, p.663-671, 2008.

Artigo III**CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Dimorphandra gardneriana* Tul. EM
DIFERENTES SUBSTRATOS**

**CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Dimorphandra gardneriana* Tul. EM
DIFERENTES SUBSTRATOS**

**SEEDLINGS GROWTH OF *Dimorphandra gardneriana* Tul. IN DIFFERENT
SUBSTRATES**

RESUMO

O sucesso de um plantio vai depender, dentre outros fatores, da qualidade das mudas produzidas, a qual é influenciada pelas tecnologias empregadas no seu processo produtivo. Assim, objetivou-se avaliar o crescimento de mudas de *D. gardneriana* Tul., quando produzidas em diferentes substratos. Para isto foi realizado um experimento em blocos ao acaso com oito tratamentos e quatro repetições de 15 plantas por tratamento. Os substratos utilizados foram: o substrato comercial Basaplant® (T₁), terra vegetal (T₂), terra vegetal + areia nas proporções de 3:1 (T₃), 1:1 (T₄) e 1:3 (T₅), terra vegetal + esterco bovino nas proporções de 3:1 (T₆), 1:1 (T₇) e 1:3 (T₈). As variáveis avaliadas foram: o número de folhas, altura da planta, diâmetro do colo, porcentagem de sobrevivência, área foliar, relação altura e diâmetro do colo, comprimento, massa seca e verde de parte aérea e raízes, massa seca total, índice de qualidade de Dickson, bem como as relações entre massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA/MASR), altura de planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA), comprimento da parte aérea e da raiz (CPA/CR) e porcentagem de raízes (%R). Os substratos terra vegetal (T₂) e terra vegetal + areia na proporção de 3:1 (T₃) foram os mais favoráveis para o desenvolvimento das mudas de *D. gardneriana*.

Palavras-chaves: fava d'anta, florestal, espécie medicinal.

ABSTRACT

The success of a planting will depend, among other factors, the quality of seedlings produced, which is influenced by the technology used in the production of the same process. The objective was to evaluate the growth of seedlings of *D. gardneriana* Tul., When produced in different substrates. For this an experiment was conducted in randomized blocks with eight treatments and four replicates of 15 plants per treatment. The substrates used were commercial substrate Basaplant® (T₁), topsoil (T₂), vegetable earth + sand in proportions of 3: 1 (T₃), 1: 1 (T₄) and 1: 3 (T₅), topsoil + cattle manure in the proportion of 3: 1 (T₆), 1: 1

(T₇) and 1: 3 (T₈). The characteristics evaluated were: number of leaves, plant height, stem diameter, survival percentage, leaf area, height ratio and stem diameter, length, dry and fresh weight of shoot and root, total dry weight, quality index Dickson , as well as the relationship between shoot dry mass and root (MSPA/MSR), height and dry weight of shoot (AP/MSPA), shoot length and root (CPA/CR) and percent root (%R). Humus substrates (T₂) and humus + sand in the ratio of 3:1 (T₃) were the most favorable for the development of seedlings of *D. gardneriana*.

Keywords: fava d' anta, forestry, medicinal species.

INTRODUÇÃO

Dimorphandra gardneriana Tul., mais conhecida como fava d'anta ou faveira é uma árvore leguminosa nativa do Brasil, de ocorrência natural nos Estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Pernambuco, Bahia, Pará, Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais (MONTANO et al., 2007). Os seus frutos são do tipo vagem, compridos, medindo até 15 cm de comprimento, ricos em glicosídeos flavônicos, principalmente a rutina, por isso a principal importância econômica desta espécie está relacionada ao interesse da indústria farmacêutica pelo flavonóide presente nos seus frutos.

A produção de mudas de espécies florestais pode ser considerada uma das fases mais importantes para a implantação e estabelecimento de novos povoamentos, porém, o êxito na formação de florestas depende, em grande parte, da qualidade das mudas plantadas, as quais podem resistir às condições adversas no campo após o plantio, além de sobreviver e produzir árvore com crescimento volumétrico economicamente desejável, ou sobreviver e ocupar o espaço, no caso de plantio em áreas degradadas (GONÇALVES et al., 2000; GOMES e PAIVA, 2013).

O plantio de mudas de espécies nativas é um dos meios empregados na recuperação de áreas degradadas, pelo fato de se utilizar plantas adaptadas ao ambiente, as quais passaram pelos períodos críticos de estabelecimento, tais como, germinação, emergência e crescimento inicial, porém o êxito na formação de florestas vai depender da qualidade das mudas plantadas, por isto são relevantes estudos que envolvam fatores como substratos e adubação para produção de mudas de espécies nativas (COSTA et al., 2005; DELARMELINA et al., 2013), para definição de métodos e técnicas de produção de mudas de alto padrão e custo reduzido.

Na produção das mudas, a escolha do substrato deve ser realizada de acordo com a sua disponibilidade, os quais devem reunir características físicas e químicas que promovam a retenção de umidade e disponibilidade de nutrientes, de modo a atender a necessidade da planta, uma vez que a qualidade dos substratos é um dos fatores externos mais importantes no desenvolvimento das mudas em fase de viveiro porque influencia a germinação das sementes e o crescimento das mudas (CUNHA et al., 2006; ARTUR et al., 2007).

O substrato tem a função de sustentar e servir de fonte de nutrientes para as plantas, sendo ideal aquele que tenha porosidade suficiente para proporcionar aeração adequada, boa drenagem e capacidade de retenção de água satisfatória para oferecer umidade apropriada (ZIETEMANN e ROBERTO, 2007).

O mercado dispõe de diversos tipos de substratos que podem ser empregados para produção de mudas, tais como, Basaplant[®], Tropstrato[®] e Genesolo[®], os quais podem ser usados isolados ou combinados com outros substratos (PACHECO et al., 2011; VIEIRA e WEBER, 2015; PASTORINI et al., 2016). No entanto, existem muitos substratos alternativos que são empregados na produção de mudas de espécies florestais, dentre os quais, a terra vegetal é um dos componentes mais utilizados no preenchimento das embalagens de plástico (ARTUR et al., 2007), podendo ser combinada com pequenas proporções de areia, cuja importância está na melhoria da aeração do substrato, permitindo uma boa drenagem.

Os adubos orgânicos são as fontes de nutrientes de uso mais frequente na composição de substratos, com atuação relevante na melhoria dos seus atributos físicos, químicos e microbianos, influenciando a capacidade de troca catiônica, a retenção de água, porosidade e a agregação do substrato, além de conter praticamente todos os macros e micronutrientes, conferindo melhor estrutura ao solo e aumentando sua fertilidade (ARTUR et al., 2007; Ó et al., 2015).

Neste sentido, o esterco animal misturado ao solo tem sido muito usado como substrato para a produção de mudas, uma vez que atua na melhoria das características do solo, proporcionando redução nos custos de produção pelo menor uso de adubos químicos e aproveitamento de materiais orgânicos (COSTA et al., 2005; Ó et al., 2015).

A maioria dos relatos sobre a espécie *D. gardneriana* relaciona-se com a germinação das sementes e superação da dormência (URSULINO, 2013), porém as informações com relação à produção de mudas ainda são escassas. Diante dessas considerações, objetivou-se

avaliar o desenvolvimento de mudas de *Dimorphandra gardneriana* Tul., em diferentes substratos.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação pertencente ao Laboratório de Análise de Sementes (LAS) do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), em Areia - PB. Os frutos de *D. gardneriana* foram colhidos de matrizes localizadas em remanescentes florestais próximos às cidades de Jardim e Crato, no Ceará, em seguida o beneficiamento foi realizado na mesma área de forma manual para extração das sementes e posteriormente estas foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas para o LAS onde foram colocadas em baldes de plástico fechados e armazenadas em câmara fria a uma temperatura de 15 °C até a realização do experimento.

Para a produção de mudas utilizou-se sacos de polietileno de 15 x 28 cm correspondente a largura e altura, respectivamente, preenchidos com os seguintes substratos: Basaplant - comercial (T₁), terra vegetal (T₂), terra vegetal + areia nas proporções de 3:1 (T₃), 1:1 (T₄) e 1:3 (T₅), terra vegetal + esterco bovino nas proporções de 3:1 (T₆), 1:1 (T₇) e 1:3 (T₈), sendo cada tratamento composto por quatro repetições de 15 plantas.

Antes da implantação dos experimentos as mudas foram produzidas em bandejas plásticas com dimensões de (49 x 33 x 7cm de comprimento, largura e profundidade, respectivamente), contendo vermiculita como substrato, cujas sementes após despoje no lado oposto ao hilo (URSULINO, 2013) foram semeadas a uma profundidade de 2 cm e mantidas na sombra por um período de 15 dias. Posteriormente as mudas foram transferidas para casa de vegetação por mais cinco dias para uma melhor adaptação e após esse período realizou-se o transplante de uma planta para cada saco de polietileno contendo os substratos citados anteriormente e mantidas em casa de vegetação por 93 dias, cuja umidade do substrato foi mantida diariamente adicionando água até o início da drenagem natural.

Os substratos compostos de terra vegetal + areia e terra vegetal + esterco foram peneirados e homogeneizados para garantir a proporção correta dos mesmos, em seguida retirou-se amostras de cada substrato para análise da fertilidade. O esterco bovino foi adquirido no Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em Areia - PB.

Características avaliadas

Número de folhas - foram contabilizadas a partir dos 30 dias após o transplântio, com intervalos de avaliação de 21 dias, computando-se todas as folhas presentes em cada planta, até 93 dias quando o teste foi encerrado.

Altura de planta - as avaliações foram realizadas a partir dos 30 até os 93 dias, com intervalos de 21 dias, utilizando uma régua graduada em cm e os resultados expressos em cm por planta⁻¹.

Diâmetro do colo - foi medido no colo da planta, com auxílio de um paquímetro digital dos 30 aos 93 dias, com intervalos de 21 dias e, os resultados expressos em milímetros.

Porcentagem de sobrevivência - essa variável foi analisada no final do experimento contabilizando o número de plantas em cada tratamento, com os resultados expressos em porcentagem.

Área foliar - ao final do experimento, as cinco plantas da fileira central de cada tratamento foram selecionadas e as folhas cortadas e fotocopiadas em copiadora modelo LASERJET M1212nfMPF e posteriormente foram recortadas e pesadas em balança analítica, e os resultados expressos em cm².

Relação altura de planta e diâmetro do colo (AP/DC) - foi realizada mediante a divisão da altura da planta pelo diâmetro do colo dos 30 aos 93 dias, com intervalos de 21 após a instalação do experimento.

Comprimento, massa verde e seca de parte aérea e raízes das plântulas - ao final do experimento, as plantas de cada tratamento foram medidas (raiz e parte aérea) com o auxílio de uma régua graduada em centímetro e os resultados expressos em cm por planta⁻¹. Após medições anteriores, as plantas de cada tratamento foram separadas em raiz e parte aérea e pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001g, e os resultados expressos em g por planta⁻¹. Em seguida, as mesmas plantas separadas em raiz e parte aérea foram acondicionadas em sacos de papel do tipo Kraft e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65 °C até atingir peso constante (48 horas). Após este período as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001g, e os resultados expressos em g planta⁻¹.

Massa seca total - após a determinação da massa seca das raízes e parte aérea, a massa seca total foi determinada mediante o somatório das mesmas, cujos resultados foram expressos em g planta⁻¹.

Índice de qualidade de Dickson - este índice foi determinado em função do peso da massa seca total (MST), altura da planta (APA), diâmetro do colo (DC), massa seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR), por meio da fórmula de Dickson et al. (1960).

Relação entre a massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA/MASR) - ao final do experimento, após a obtenção das variáveis anteriores foi realizada a divisão entre a massa seca da parte aérea e raízes.

Relação entre a altura de planta e a massa seca da parte aérea (AP/MSPA) - este quociente foi obtido por meio da divisão entre a altura e a massa seca da parte aérea, sendo considerada a massa seca de caule e folhas.

Relação entre comprimento da parte aérea e raiz (CPA/CR) - esta relação foi obtida mediante a divisão entre o comprimento da parte aérea e da raiz.

Porcentagem de raízes (%R) - a porcentagem de raízes foi determinada dividindo a massa seca do sistema radicular pela massa seca total e o resultado multiplicado por 100, por meio da fórmula: $\% \text{ RAIZ} = \text{MSRA}/\text{MST} \times 100$.

Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições de 15 plantas, totalizando 60 plantas por tratamento. Para avaliação do crescimento por meio da altura, diâmetro e número de folhas, os tratamentos foram distribuídos em parcela subdividida onde as parcelas foram compostas pelos tratamentos e as subparcelas pelas avaliações ao longo do tempo. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo os dados quantitativos submetidos à análise de regressão polinomial testando os modelos linear e quadrático. Também foi feito a correlação de Pearson para verificar a relação entre duas ou mais variáveis. Todas as análises foram realizadas utilizando o programa estatístico Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos dados referentes à análise de fertilidade dos substratos (Tabela 1) usados na produção de mudas de *Dimorphandra gardneriana* Tul. verificou-se que a terra vegetal utilizada (T₂) é rica em potássio (K) e matéria orgânica (M.O), no entanto, com menor teor de fósforo (P), enquanto para os tratamentos formulados à base de terra vegetal + esterco bovino

nas proporções de 3:1 (T₆), 1:1 (T₇) e 1:3 (T₈), bem como o substrato Basaplant® (T₁) constatarem-se teores elevados de fósforo (P) e potássio (K).

Por outro lado, o teor de matéria orgânica foi superior no tratamento (T₆) com 75% de terra vegetal mais 25% de esterco bovino, provavelmente devido ao somatório da matéria orgânica (M.O.) do esterco ao teor elevado da terra vegetal, porém, o aumento nas proporções de esterco bovino reduziu o teor de matéria orgânica (M.O.), possivelmente devido à mineralização do composto, uma vez que, no tratamento com terra vegetal sem misturas (T₂) esta foi mais elevada (Tabela 1). No entanto, qualquer valor obtido nesta análise maior que sete está dentro dos valores determinados por Furtini Neto et al. (2001) considerados bons.

O pH com os valores verificados nos tratamentos Basaplant® (T₁), terra vegetal (T₂) e terra vegetal + areia nas proporções de 3:1 - (T₃), 1:1 - (T₄) e 1:3 - (T₅) e naquele com esterco bovino + terra vegetal na proporção de 3:1 (T₆) são considerados baixos, o que significa que estes substratos estavam com acidez elevada e, apenas o pH dos tratamentos com terra vegetal + esterco bovino nas proporções de 1:1 - (T₇) e 1:3 - (T₈) são considerados adequados (Tabela 1).

Os teores de P, K, Ca e Mg foram mais elevados nos substratos com maiores porcentagens de esterco bovino, por isso verifica-se uma discrepância dos valores desses nutrientes entre os tratamentos, principalmente no substrato Basaplant® e naqueles com esterco bovino, cujos teores de fósforo (P) e potássio (K) foram acima dos valores médios presentes no solo (Tabela 1), os quais podem ter sido responsáveis pela mortalidade das plantas nestes tratamentos.

Com relação aos limites de P e K no solo, Furtini Neto et al. (2001) ressaltaram que os teores acima de 16 e 6 mg dm⁻³, respectivamente, são considerados muito altos para as espécies florestais. Segundo Ronquim (2010) os teores médios dos elementos P, K, Ca e Mg em (g kg⁻¹ de matéria seca) no solo são de 0,8; 14,0; 15 e 5,0, respectivamente, sendo os teores de (P e K) nos tratamentos com Basaplant® (T₁) e, nos substrato com esterco nas proporções de 3:1, 1:1 e 1:3 (T₆, T₇ e T₈, respectivamente), muito acima dos valores médios no solo citados por este autor.

Para o número de folhas, altura de planta e diâmetro do caule, de mudas de *D. gardneriana* produzidas em diferentes substratos verificaram-se efeito linear crescente em função do tempo de avaliação para as mudas produzidas nos substratos composto de terra vegetal e terra vegetal + areia nas proporções de 3:1, 1:1 e 1:3 (T₂, T₃, T₄ e T₅, respectivamente), no entanto, para a relação altura de planta/diâmetro do caule (AP/DC), os

dados obtidos de mudas cultivadas nestes mesmos tratamentos não se ajustaram a modelos de regressão polinomial, cujos valores médios foram (4,15; 4,24; 4,18 e 3,93, respectivamente), salientando-se que nas mudas cultivadas nestes substratos, estas variáveis foram superiores quando comparadas com os demais tratamentos a partir dos 51 dias de avaliação (Figura 1A-D).

Quando as mudas foram produzidas nos substratos compostos de terra vegetal + esterco bovino nas proporções de 3:1, 1:1 e 1:3 (T₆, T₇ e T₈, respectivamente) constatou-se redução linear do número de folhas, altura da planta, diâmetro do colo e da relação altura de planta/diâmetro do colo (AP/DC), com valores próximos de zero a partir dos 72 dias de avaliação. Nas mudas produzidas no substrato Basaplant[®] (T₁), o número de folhas e o diâmetro do caule também reduziram linearmente à medida que aumentou o tempo de avaliação, enquanto que a altura da planta e a relação entre a altura da planta e o diâmetro do colo (AP/DC) demonstraram efeito quadrático, com altura máxima de 5,85 cm e relação AP/DC de 4,24 aos 49 e 54 dias de avaliação, respectivamente (Figura 1A-D).

A redução nas variáveis, número de folhas, altura de planta, diâmetro e relação altura de planta/diâmetro do colo (AP/DC) das mudas avaliadas nos tratamentos contendo substrato Basaplant[®] (T₁) e naqueles com terra vegetal + esterco bovino nas proporções de 3:1, 1:1 e 1:3 (T₆, T₇ e T₈, respectivamente) ocorreu em função da morte das plantas nesses tratamentos, provavelmente devido aos níveis elevados de fósforo (P) e potássio (K), o que deve ter provocado toxidez nas plantas.

A avaliação dessas variáveis de crescimento ao longo do tempo é relevante porque demonstra a eficiência dos tratamentos no crescimento das mudas durante a fase de viveiro, como também para estimar a qualidade das mudas produzidas. Assim, o número de folhas e a altura de planta podem estimar o crescimento das mudas em campo porque quanto maior a quantidade de folhas nas mudas, mais intensa será a atividade fotossintética e maior será o crescimento em altura e diâmetro das plantas (CAMPOS et al., 2008). O diâmetro do colo possui alta correlação com a qualidade das mudas de espécies florestais aptas para o plantio, porque quanto maior o diâmetro maior a taxa de sobrevivência em campo, enquanto a relação altura de planta/diâmetro do colo exprime um equilíbrio de crescimento e assegura maior resistência no campo (GOMES e PAIVA, 2013).

A adição de matéria orgânica no solo é importante para formação dos agregados do solo, melhorando as características físicas, a permeabilidade, porosidade, e retenção de água, além da presença de praticamente todos os macros e micronutrientes, conferindo melhor

estrutura ao solo e aumentando sua fertilidade (Ó et al., 2015), porém, o acréscimo de esterco bovino na terra vegetal usada como substrato para produção de mudas da espécie em estudo com os atributos químicos mencionados anteriormente, provocou a morte de todas as plantas, no presente experimento.

Quando se adicionou esterco bovino ao substrato terra vegetal houve influência negativa na sobrevivência e no desenvolvimento das mudas de *D. gardneriana*, independentemente dos níveis utilizados 25, 50 e 75%, (T₆, T₇ e T₈, respectivamente), demonstrando a sensibilidade desta espécie a quantidades elevadas de esterco bovino com as características químicas mencionadas anteriormente. Porém, para a espécie *Leucaena leucocephala* (Lam.), Andreazza et al. (2013) verificaram que a adição de 25 e 50% de vermicomposto ao solo arenoso proporcionou maior altura das mudas produzidas. Da mesma forma, Delarmelina et al. (2015) avaliando o uso de 35% de esterco bovino na formulação do substrato para a produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii* (Collad.) Killip var. *latistipula* (Benth.) constataram que esta porcentagem influenciou positivamente a altura da planta, o diâmetro do caule e a relação altura/diâmetro.

Para a produção de mudas de *Dipteryx lacunifera* Ducke, Oliveira et al. (2015) utilizaram doses crescentes de esterco caprino (10, 20, 40 e 80%) e verificaram que o aumento nas doses promoveu decréscimo exponencial na altura da planta, diâmetro do caule e número de folhas. Por outro lado, Vieira e Weber (2015) constataram que a utilização do substrato Basaplant®, assim como sua mistura com solo, não promoveu diferença na altura, diâmetro e relação altura de planta/diâmetro do colo (AP/DC) das mudas de *Copaifera langsdorffii* Desf. e acrescentaram que este comportamento pode ter sido em função da falta de incremento nutricional suficiente para manter o crescimento das mudas até os 120 dias.

O comprimento da parte aérea (CPA) das mudas de *D. gardneriana* foi mais elevado no substrato terra vegetal (T₂), o qual não diferiu estatisticamente do comprimento obtido de mudas produzidas no substrato terra vegetal + areia na proporção de 3:1 (T₃), porém, as mudas produzidas nos demais tratamentos tiveram valores estatisticamente inferiores e para aquelas submetidas aos substratos à base de esterco bovino os valores de comprimento da parte aérea (CPA) foram nulos em função da morte das plantas antes de finalizar as avaliações, enquanto que o comprimento da raiz primária (CR) das mudas produzidas nos tratamentos terra vegetal (T₂) e terra vegetal + areia nas proporções de 3:1 (T₃), 1:1 (T₄) e 1:3 (T₅) foram estatisticamente semelhantes (Tabela 2).

Por outro lado, o maior valor de massa verde e seca da parte aérea foi obtido de mudas produzidas no tratamento com terra vegetal (T₂), ao passo que o maior conteúdo de massa verde e seca das raízes foi proveniente de mudas submetidas ao tratamento com terra vegetal + areia na proporção de 3:1 (T₃), provavelmente a adição de areia ao substrato favoreceu a aeração e proporcionou um melhor desenvolvimento das raízes (Tabela 2).

O substrato Basaplant[®] (T₁) não é recomendado para a produção de mudas da espécie *D. gardneriana*, uma vez que as plantas não se desenvolveram, tendo os menores comprimentos de raiz primária e parte aérea, assim como, valores baixos de massas verde e seca, no entanto, o substrato terra vegetal favoreceu o crescimento das mudas e a produção de massa verdes e seca, resultando em mudas de melhor qualidade.

Para produção de mudas de *Copaifera langsdorffii* Desf., Vieira e Weber, (2015) constataram que a massa seca da parte aérea e a relação entre a massa seca das raízes e parte aérea não foram influenciadas pelo substrato Basaplant[®], não havendo diferença entre si, no entanto, quando utilizaram a mistura destes nas proporções de 60% de Basaplant[®] + 40% de solo obtiveram maior massa seca de raízes, ressaltando que a produção de biomassa seca é uma característica tão importante quanto a altura para classificar o crescimento das mudas no viveiro, contudo, é um fator dependente também das condições nutricionais da planta.

Na pesquisa de Pacheco et al. (2011) com diferentes substratos para produção de mudas de *Dimorphandra mollis* Benth. verificou-se que a combinação do substrato comercial Tropstrato[®] + composto orgânico na proporção de 1:1 favoreceu o comprimento e a massa seca da parte aérea, sendo superior aos valores obtidos de mudas produzidas no Tropstrato[®] puro. Resultados semelhantes foram observados por Delarmelina et al. (2015) utilizando diversos substratos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii* (Collad.) Killip var. *latistipula* Benth. quando obtiveram teores de massa seca estatisticamente inferiores quando utilizaram o substrato comercial a base de casca de pinus (60%), vermiculita (15%) e de húmus + terra vegetal (25%). Por outro lado, Oliveira et al. (2015) constataram reduções acentuadas na massa seca de raízes e parte aérea de mudas de *Dipteryx lacunifera* Ducke com o aumento das concentrações de esterco caprino ao substrato.

Pelos resultados da Tabela 3 verifica-se que a área foliar (AF) e a massa seca total (MST) de mudas produzidas nos substratos correspondentes aos tratamentos com terra vegetal (T₂) e terra vegetal + areia na proporção de 3:1 (T₃) foram mais elevadas, não deferindo estatisticamente entre si, enquanto o índice de qualidade de Dickson (IQD) foi estatisticamente superior (0,265) quando obtido de mudas produzidas no substrato composto

de terra vegetal + areia na proporção de 3:1 (T₃). Por outro lado, as mudas cultivadas no substrato Basaplant[®] eram de baixa qualidade (0,019) quando comparadas com aquelas obtidas nos demais tratamentos, enquanto que para a porcentagem de sobrevivência (PS%), verificou-se que os valores obtidos nos tratamentos terra vegetal (T₂) e terra vegetal + areia nas proporções de 3:1 (T₃), 1:1 (T₄) e 1:3 (T₅) foram elevados e estatisticamente semelhantes, no entanto, no substrato Basaplant[®], apenas 30% das mudas sobreviveram.

No estudo da qualidade das mudas, sua determinação é realizada com base nos caracteres morfológicos e fisiológicos, sendo as características morfológicas, de forma geral, de fácil obtenção porque não exigem equipamentos sofisticados (DUARTE et al., 2015). No entanto, a área foliar, embora seja uma importante variável na determinação da qualidade das mudas, por se correlacionar diretamente com a área da superfície fotossintética útil (ARTUR et al., 2007), sua determinação exige alguns equipamentos e nem sempre é possível sua avaliação.

Dentre os caracteres morfológicos, a massa seca tem sido considerada um dos melhores parâmetros para avaliar a qualidade das mudas, porém, em muitos viveiros não é possível mensurá-la tendo em vista que envolve a completa destruição das mudas e exige o uso de balança de precisão e estufa (GOMES e PAIVA, 2013). Para as mudas de *D. gardneriana* o conteúdo de massa seca foi relevante na diferenciação da qualidade das mudas entre os tratamentos.

Outra característica importante na determinação da qualidade das mudas é o índice de qualidade de Dickson (IQD), uma vez que este índice envolve em seu cálculo as proporções entre a massa seca de raízes e parte aérea, bem como altura e diâmetro do caule, sendo, portanto, determinado a partir de combinações de fórmulas dos caracteres morfológicos, sendo que quanto maior o IQD melhor é a qualidade da muda produzida (GÓES et al., 2015; CAVALCANTE et al., 2016). Neste contexto, Gomes e Paiva (2013) afirmam que o valor mínimo de 0,20 é um bom indicador da qualidade da muda, porém este valor é específico para *Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco e *Picea abies* (L.) H. Karst.

Considerando o tempo de permanência no viveiro pode-se afirmar que as mudas de *D. gardneriana* produzidas nos substratos terra vegetal (T₂) e terra vegetal + areia nas proporções de 3:1 (T₃) são de boa qualidade, uma vez que os valores obtidos nestes tratamentos foram de 0,215 e 0,265, respectivamente (Tabela 3), sendo superiores aos obtidos por Delarmelina et al. (2015) para a espécie *Chamaecrista desvauxii* Collad., após 150 dias, o qual foi de 0,09. Resultados semelhantes foram verificados por Oliveira et al. (2015) para as

mudas de *Dipteryx lacunifera* Ducke aos 90 dias, percebendo-se assim que o IQD é muito variável com a espécie e idade da muda avaliada.

Os maiores valores do índice de qualidade de Dickson de mudas de *Senna alata* (L.) Roxb. foram obtidos quando estas foram produzidas nos substratos combinados com lodo de esgoto (LE) e composto orgânico (CO) nas proporções de (60% LE + 40% CO) e (20% LE + 80% CO), sendo estes de 0,21 e 0,22, respectivamente (FARIA et al., 2013). Para as mudas de *Sesbania virgata* (Cav.), Delarmelina et al. (2013) também constataram maiores valores de IQD (0,570 e 0,591) quando utilizaram os substratos à base de lodo de esgoto (LE) + composto orgânico (CO) (80 % LE + 20% CO e 40% LE + 60% CO), respectivamente.

O índice de qualidade de Dickson de mudas de *Copaifera langsdorffii* Desf., produzidas nos substratos (100% solo, 100% Basaplant®, 75% solo + 25% Basaplant®, 50% solo + 50% Basaplant®, 75% Basaplant® + 25% solo, 60% solo + 40% Basaplant® e 60% Basaplant® + 40% solo) não diferiram estatisticamente entre si, cujos valores variaram de 0,11 a 0,26 (VIEIRA e WEBER, 2015).

A porcentagem de sobrevivência das mudas durante a fase de viveiro após a repicagem é um fator importante porque evita perdas econômicas, uma vez que essa prática é onerosa e nem sempre pode ser empregada para determinadas espécies. No caso da *D. gardneriana*, esta prática foi eficiente e o índice de mortalidade foi em função do substrato utilizado, como pode ser verificado nos tratamentos com substrato Basaplant® e com terra vegetal e esterco bovino nas proporções de 3:1, 1:1 e 1:3 (T₁, T₆, T₇ e T₈, respectivamente, (Tabela 3).

Portanto, deve-se atentar para o uso de substratos adequados para produção de mudas das mais variadas espécies, tendo em vista que a exigência nutricional, bem como, o tempo de permanência no viveiro também é variável com a espécie e a finalidade da produção. A porcentagem de sobrevivência das mudas de *Dimorphandra mollis* Benth. foi afetada pelos substratos utilizados, uma vez que aos 150 dias aquelas cultivadas no substrato Tropstrato® e na combinação deste com o esterco bovino nas proporções 1:1 tinham apenas 10 e 20% de sobrevivência, respectivamente (PACHECO et al., 2011).

Em seu estudo sobre seleção de espécies arbóreas para revegetação de áreas degradadas por mineração de piçarra na caatinga, Lima et al. (2015) constataram que na implantação das mudas em campo, a adição de esterco bovino não influenciou significativamente a sobrevivência das mudas, porém, o crescimento de todas as espécies foi significativo com a adição de esterco, sendo recomendado o seu uso quando o mesmo estiver

disponível. Porém, para a espécie *D. gardneriana* são necessários maiores pesquisas com outros substratos à base de esterco bovino para identificar qual o tipo e a quantidade adequada a ser utilizada na produção de mudas.

Para a relação entre a massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA/MSR) verificou-se que os maiores valores foram resultantes de mudas produzidas nos substrato Basaplant[®] (T₁) e terra vegetal (T₂), enquanto para a relação entre a altura de planta e a massa seca da parte aérea (AP/MSPA) não se constatou diferença estatística entre os tratamentos, exceto para o tratamento com o substrato Basaplant[®] (T₁), cujo valor dessa relação foi muito elevado quando comparado com os demais (Tabela 4). Ainda nesta mesma tabela constata-se que as mudas produzidas nos substratos Basaplant[®] (T₁), terra vegetal (T₂), e terra vegetal + areia nas proporções de 3:1 (T₃) e 1:1 (T₄), tiveram relação entre o comprimento da parte aérea e da raiz primária (CPA/CR) estatisticamente semelhantes. No que se refere à porcentagem de raízes (%R), esta foi mais elevada nas mudas cultivadas nos tratamentos formulados com terra vegetal + areia nas proporções de 3:1, 1:1 e 1:3 (T₃, T₄ e T₅), respectivamente, não diferindo estatisticamente entre si.

O quociente obtido da relação entre a massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA/MSR) é considerado um bom indicador da qualidade das mudas, sendo que o valor de 2,0 foi estabelecido como a melhor relação entre esses dois componentes (GOMES e PAIVA, 2013), contudo, para as mudas de *D. gardneriana* essa relação foi inferior a 2,0 e apenas as mudas produzidas no tratamento com terra vegetal (T₂) demonstraram valor da relação (MSPA/MSR) mais aproximado (Tabela 4). Para as mudas de *Sesbania virgata* (Cav.), Delarmelina et al. (2013) verificaram valores da relação (MSPA/MSR) variando de 0,868 a 3,604, sendo o maior valor obtido de mudas desenvolvidas no substrato com 40% de composto orgânico.

A relação entre altura de planta e massa seca da parte aérea (AP/MSR) foi mais elevada nas mudas produzidas no substrato Basaplant[®] (T₁) porque nessas mudas o conteúdo de massa seca foi muito baixo, ao contrário dos demais tratamentos, os quais obtiveram valores bem inferiores dessa relação quando comparado ao constatado nesse substrato, o que é um fator relevante que indica não só a qualidade das mudas, mas também estima o potencial de sobrevivência das mudas em campo, sendo que quanto menor o valor dessa relação, mais lenhificada é a muda e maior sua capacidade de sobrevivência quando implantada no campo. Tal comportamento foi descrito por Andreazza et al. (2013) para as mudas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) e *Tabebuia chrysotricha* Standl quando adicionaram 25% de

vermicomposto ao solo, o que resultou em maior crescimento das mudas, as quais expressaram relação altura de planta/massa seca da parte aérea (AP/MSPA) próxima do ideal.

Nas mudas de *D. gardneriana* houve uma baixa relação entre o comprimento da parte aérea e da raiz primária (CPA/CR) em função do maior comprimento da raiz primária quando comparado com a parte aérea. Esta característica é intrínseca da espécie que pode ter fornecido maior quantidade de energia para o crescimento da raiz como forma de se estabelecer o mais rápido possível no ambiente. Por outro lado, a porcentagem de raízes (%R) foi mais elevada nos substratos que continham areia em sua composição, certamente esta deve ter melhorado a aeração e proporcionado melhor ambiente para o desenvolvimento das raízes, porém esta característica não deve ser usada isolada para determinar a qualidade das mudas, tendo em vista que nem sempre o seu resultado corresponde à mudas de melhor qualidade.

Pelas correlações de Pearson (Tabela 5) verificou-se que para a relação altura de planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA) não houve correlação significativa com as variáveis, massa verde das raízes (MVR) e da parte aérea (MVPA), massa seca das raízes (MSR) e da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), comprimento da raiz primária (CR) e da parte aérea (CPA), índice de qualidade de Dickson (IQD), porcentagem de sobrevivência (%PS) e área foliar (AF), porém verificou-se correlação fraca com as relações entre comprimento da parte aérea e raiz primária (CPA/CR) e massa seca da parte aérea e raízes (MSPA/MSR).

A ausência de correlação da variável altura de planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA) com as demais, possivelmente tenha ocorrido devido à redução na altura das plantas porque para as mudas produzidas nos tratamentos com esterco bovino nas proporções de 3:1 (T₆), 1:1 (T₇), 1:3 (T₈) e no substrato Basaplant[®] (T₁), os valores obtidos ao final da avaliação foram inferiores àqueles dos demais tratamentos.

Com exceção da relação entre a altura de planta e a massa seca da parte aérea (AP/MSPA), todas as demais variáveis tiveram correlação positiva e altamente significativa entre si, demonstrando comportamento diretamente proporcional, ou seja, o aumento de uma acarretou acréscimo da outra, destacando-se o índice de qualidade de Dickson (IQD), o qual pode ser considerado uma das variáveis mais importantes na determinação da qualidade das mudas, tendo em vista que sua determinação envolve diversas variáveis como massa seca total, altura, diâmetro, massa seca de raízes e parte aérea e estas estão altamente correlacionadas, sendo variáveis importantes e eficientes para determinar a qualidade das mudas de *D. gardneriana*.

Na produção de mudas de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*, Silva et al. (2012) verificaram correlação positiva do índice de qualidade de Dickson (IQD) com as variáveis, altura, diâmetro e massa seca de raízes e parte aérea, da mesma forma para as mudas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage e *Mimosa scabrella* Benth, Kratz et al. (2013 e 2015) verificaram correlações significativas e positivas com as variáveis, altura, diâmetro e massa seca de raízes e parte aérea.

As mudas de *D. gardneriana* demonstraram alta rusticidade devido ao bom desenvolvimento no substrato terra vegetal e naqueles com areia em sua composição, uma vez que nesses substratos verificou-se pH muito baixo, o que implica em acidez elevada, no entanto, as mudas se desenvolveram e demonstraram melhor qualidade, quando comparadas com aquelas produzidas no substrato comercial e à base de esterco bovino, o que é importante para produzi-las com custo reduzido. Porém, deve-se realizar outros estudos com substratos à base de esterco bovino para determinar as concentrações adequadas para produção de mudas desta espécie, tendo em vista que as doses utilizadas foram prejudiciais às plantas, causando a mortalidade de todas.

CONCLUSÕES

As mudas de *Dimorphandra gardneriana* Tul. não toleram proporções elevadas de esterco bovino na composição do substrato com as características químicas identificadas neste trabalho;

O substrato Basaplant® não é recomendado para a produção de mudas desta espécie;

Os substratos composto de terra vegetal e terra vegetal + areia na proporção de 3:1 são os mais recomendados para produção de mudas da espécie estudada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREAZZA, R.; ANTONIOLLI, Z.I.; SILVA, R.F.; SCHIRMER, G.K.; SCHEID, D.L.; QUADRO, M.S.; BARCELOS, A.A. Efeito de vermicomposto no crescimento inicial de ipê amarelo (*Handroanthus chrysotrichus*) e leucena (*Leucaena leucocephala*). **Nativa**, Sinop, v.1, n.1, p.29-33, 2013.

ARTUR, A.G.; CRUZ, M.C.P.; FERREIRA, M.E.; BARRETTO, V.C.M.; RENATO YAGI, R. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.6, p.843-850, 2007.

CAMPOS, M.C.C.; MARQUES, F.J.; LIMA, A.G.; MENDONÇA, R.M.N. Crescimento de porta-enxerto de gravioleira (*Annona muricata* L.) em substratos contendo doses crescentes de rejeitos de caulim. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Campina Grande, v.8, n.1, p.61-66, 2008.

CAVALCANTE, A.L.G.; OLIVEIRA, F.A.; PEREIRA, K.T.O.; DANTAS, R.P.; OLIVEIRA, M.K.T.; CUNHA, R.C.; SOUZA, M.W.L. Desenvolvimento de mudas de mulungu fertirrigadas com diferentes soluções nutritivas. **Floresta**, Curitiba, v.46, n.1, p.47-55, 2016.

COSTA, M.C.; ALBUQUERQUE, M.C.F.; ALBRECHT, J.M.F.; COELHO, M.F.B. Substratos para produção de mudas de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.35, n.1, p.19-24, 2005.

CUNHA, A.M.; CUNHA, G.M.; SARMENTO, R.A.; CUNHA, G.M.; AMARAL, J.F.T. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, Viçosa, v.3, n.2, p.207-214, 2006.

DELARMELINA, W.M.; CALDEIRA, M.V.W.; FARIA, J.C.T.; GONÇALVES, E.O. Uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Revista Agro@mbiente**, Boa Vista, v.7, n.2, p.184-192, 2013.

DELARMELINA, W.M.; CALDEIRA, M.V.W.; FARIA, J.C.T.; LACERDA, L.C. Uso de resíduo orgânico em substrato para produção de *Chamaecrista desvauxii* (Collad.) Killip var. *latistipula* (Benth.), **Cerne**, Lavras, v.21, n.3, p.429-437, 2015.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, Ontário, v.36, n.1, p.10-13, 1960.

DUARTE, M.L.; PAIVA, H.N.; ALVES, M.O.; FREITAS, A.F.; MAIA, F.F.; GOULART, L.M.L. Crescimento e qualidade de mudas de vinhático (*Platymenia foliolosa* Benth.) em resposta à adubação com potássio e enxofre. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.25, n.1, p.221-229, 2015.

FARIA, J.C.T.; CALDEIRA, M.V.W.; DELARMELINA, W.M.; ROCHA, R.L.F. Uso de resíduos orgânicos na produção de mudas de *Senna alata* (L.) Roxb. **Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria, v.1, n.3, p.133-146, 2013.

FERREIRA, D.F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FURTINI NETO, A.E.; VALE, F.R.; RESENDE, A.V.; GUILHERME, L.R.G.; GUEDES, G.A.A. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLV/FAEPE, 2001. 252p.

GÓES, G.S.; GROSS, E.; BRITO-ROCHA, E.; MIELKE, M.S. Efeitos da inoculação com bactérias diazotróficas e da adubação nitrogenada no crescimento e na qualidade de mudas de *Inga laurina* (SW.) Willd. (Fabaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.39, n.6, p.1031-1038, 2015.

GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. **Viveiros florestais: Propagação sexuada**, 1.ed., Ed. UFV, Viçosa, 2013. 116p.

GONÇALVES, J.L.M.; SANTARELLI, E.G.; MORAES NETO, S.P.; MANARA, M.P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p.309-350.

KRATZ, D.; NOGUEIRA, A.C.; WENDLING, I.; SOUZA, P.V.D. Substratos renováveis para produção de mudas de *Mimosa scabrella* Benth. **Floresta**, Curitiba, v.45, n.2, p.93-408, 2015.

KRATZ, D.; WENDLING, I.; NOGUEIRA, A.C.; SOUZA, P.V.D. Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.23, n.4, p.607-621, 2013.

LIMA, K.D.R.; CHAER, G.M.; ROWS, J.R.C.; MENDONÇA, V.; RESENDE, A.S. Seleção de espécies arbóreas para revegetação de áreas degradadas por mineração de piçarra na caatinga. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.28, n.1, p.203-213, 2015.

MONTANO, H.G.; SILVA, G.S.; ROCHA, R.C.; JIMENEZ, N.Z.A.; PEREIRA, R.C.; BRIOSO, P.S.T. Phytoplasma in “fava d’anta” tree (*Dimorphandra gardneriana*) in Brazil. **Bulletin of Insectology**, Bolonha, v.60, n.2, p.147-148, 2007.

Ó, K.D.S.; SILVA, G.H.; SANTOS, R.V. Crescimento inicial de angico em substratos com co-produtos de mineração e matéria Orgânica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v.10, n.1, p.178-186, 2015.

OLIVEIRA, J.J.F.; ALIXANDRE, T.F.; MIRANDA, J.M.S. Mudas de castanha-do-gurguéia micorrizadas sob níveis de esterco de caprinos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.35, n.83, p.189-198, 2015.

PACHECO, M.V.; MATTEI, V.L.; MATOS, V.P.; SENA, L.H.M.; SALES, A.G.F.A. Dormência de sementes e produção de mudas de *Dimorphandra mollis* Benth. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.21, n.4, p.689-697, 2011.

PASTORINI, L.H.; ROMAGNOLO, M.B.; BARBEIRO, C.; GUERREIRO, R.G.O.; COSTA, R.M.; SERT, M.A.; SOUZA, L.A. Germinação e crescimento inicial de

Machaerium brasiliense Vogel (Fabaceae) em casa de vegetação. **Floresta**, Curitiba, v.46, n.1, p.83-92, 2016.

RONQUIM, C.C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. 1.ed., Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 26p.

SILVA, R.B.G.; SIMÕES, D.; SILVA, M.R. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.3, p.297-302, 2012.

URSULINO, M.M. **Tecnologia de sementes de *Dimorphandra gardneriana* Tulasne**. 2013. 89f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2013.

VIEIRA, C.R.; WEBER, O.L.S. Influência do substrato na produção de mudas de espécies medicinais. **Nativa**, Sinop, v.3, n.2, p.135-142, 2015.

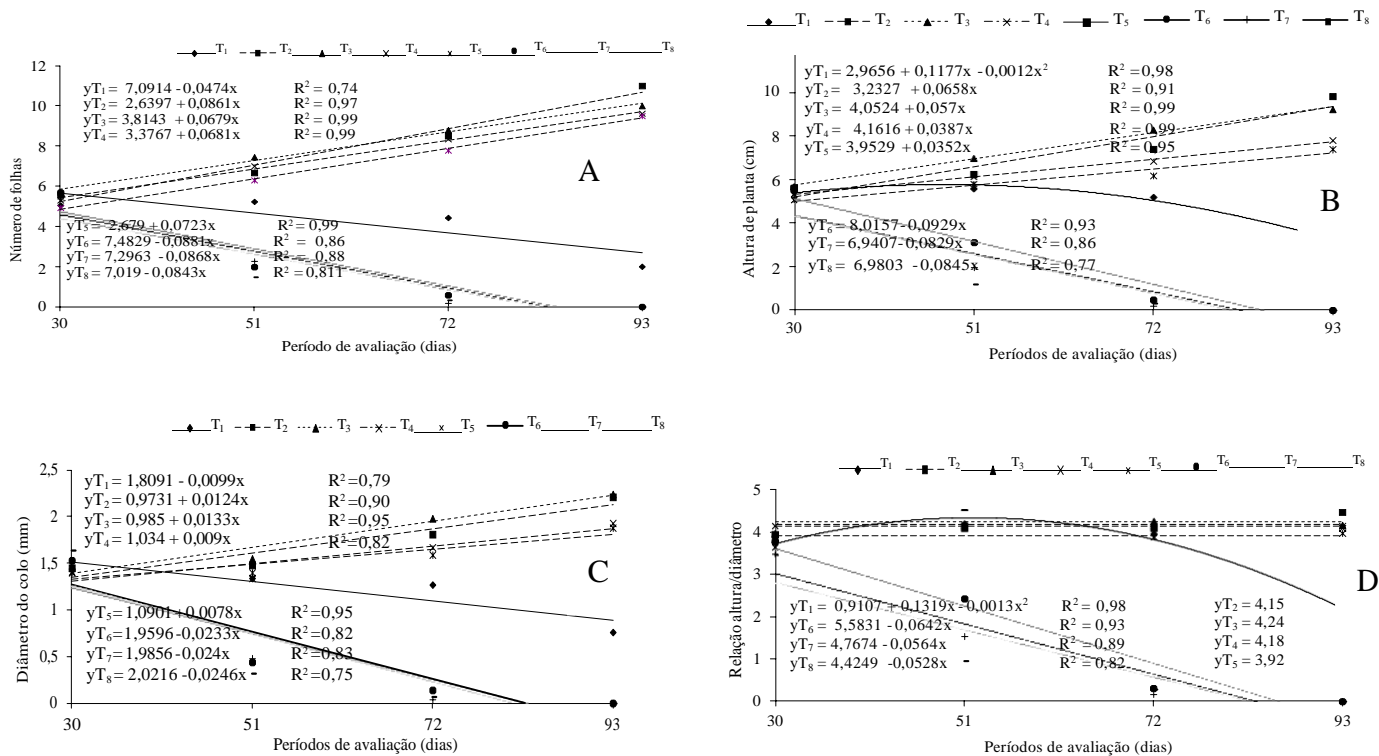
ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S.R. Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.1, p.137-142, 2007.

Tabela 1. Análise da fertilidade dos substratos utilizados para produção de mudas de *D. gardineriana*

Fertilidade	Tratamentos							
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
pH H ₂ O(12,5)	4,7	5,0	4,8	4,9	5,1	5,4	5,7	6,4
P mg/dm ³	159,7	1,7	2,4	4,1	5,2	232,4	586,7	1662,3
S-SO ₄ ⁻² mg/dm ³	-	-	-	-	-	-	-	-
K ⁺ Cmol _c /dm ³	684,4	191,7	34,9	90,7	60,6	96,8	2166,4	7456,8
Na ⁺ Cmol _c /dm ³	0,25	0,06	0,05	0,05	0,05	0,36	1,05	2,80
H ⁺ + Al ⁺³ mol _c /dm ³	12,71	7,84	5,69	4,70	2,72	4,95	4,95	3,80
Al ⁺³ Cmol _c /dm ³	0,15	9,50	6,50	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca ⁺² Cmol _c /dm ³	11,79	0,60	0,53	0,35	0,35	2,99	6,79	7,72
Mg ⁺² Cmol _c /dm ³	0,95	1,42	0,51	0,72	0,59	1,35	2,90	8,51
SB Cmol _c /dm ³	14,75	2,57	1,18	1,35	1,14	4,95	16,29	38,15
CTC Cmol _c /dm ³	27,45	10,41	6,87	6,05	3,86	9,65	21,24	41,94
M. O. g/kg	5,80	29,28	20,13	14,64	7,83	31,51	15,94	12,82

Substrato Basaplant[®] (T₁), terra vegetal (T₂), terra vegetal + areia nas proporções de 3:1 (T₃), 1:1 (T₄) e 1:3 (T₅), terra vegetal + esterco bovino nas proporções de 3:1 (T₆), 1:1 (T₇) e 1:3 (T₈).

Figura 1. Número de folhas (A), altura de planta (B), diâmetro do colo (C) e relação entre a altura e o diâmetro (AP/DC) de mudas de *D. gardneriana* produzidas em diferentes substratos.



Substrato Basaplant[®] (T₁), terra vegetal (T₂), terra vegetal + areia nas proporções de 3:1 (T₃), 1:1 (T₄) e 1:3 (T₅), terra vegetal + esterco bovino nas proporções de 3:1 (T₆), 1:1 (T₇) e 1:3 (T₈).

Tabela 2. Comprimento da parte aérea (CPA) e da raiz primária (CR), massa verde da parte aérea (MVPA) e das raízes (MVR), massa seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR) de mudas de *D. gardneriana* produzidas em diferentes substratos.

Tratamentos	CPA	CPR	MVPA	MVR	MSPA	MSR
	cm					
T ₁	4,95 c	13,72 b	0,15 d	0,25 c	0,059 d	0,046 c
T ₂	12,14 a	26,23 a	1,72 a	1,81 b	0,767 a	0,514 b
T ₃	11,16 ab	28,98 a	1,39 b	2,29 a	0,653 b	0,690 a
T ₄	9,46 b	28,02 a	0,90 c	1,75 b	0,416 c	0,483 b
T ₅	9,42 b	27,02 a	0,75 c	1,71 b	0,349 c	0,443 b
T ₆	0,0 d	0,0 c	0,00 d	0,00 c	0,000 d	0,000 c
T ₇	0,0 d	0,0 c	0,00 d	0,00 c	0,000 d	0,000 c
T ₈	0,0 d	0,0 c	0,00 d	0,00 c	0,000 d	0,000 c
CV (%)	15,45	23,37	16,87	18,40	15,15	19,85
DMS	2,16	8,59	0,24	0,42	0,10	0,13

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Substratos Basaplant[®] (T₁), terra vegetal (T₂), terra vegetal + areia nas proporções de 3:1 (T₃), 1:1 (T₄) e 1:3 (T₅), terra vegetal + esterco bovino nas proporções de 3:1 (T₆), 1:1 (T₇) e 1:3 (T₈).

CV(%) = coeficiente de variação. DMS = diferença mínima significativa.

Tabela 3. Área foliar (AF), índice de qualidade de Dickson (IQD), porcentagem de sobrevivência (PS%) e massa seca total (MST) de mudas de *D. gardneriana* produzidas em diferentes substratos.

Tratamentos	AF (cm ²)	IQD	PS (%)	MST (g)
T ₁	32,66 c	0,019 d	33 b	0,105 c
T ₂	209,15 a	0,215 b	99 a	1,281 a
T ₃	175,97 a	0,265 a	100 a	1,343 a
T ₄	125,04 b	0,183 bc	100 a	0,900 b
T ₅	125,05 b	0,167 c	100 a	0,792 b
T ₆	0,00 c	0,000 d	0,0 c	0,000 c
T ₇	0,00 c	0,000 d	0,0 c	0,000 c
T ₈	0,00 c	0,000 d	0,0 c	0,000 c
CV (%)	61,87	18,35	4,20	0,207
DMS	48,21	0,027	5,38	15,84

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Substrato Basaplant[®] (T₁), terra vegetal (T₂), terra vegetal + areia nas proporções de 3:1 (T₃), 1:1 (T₄) e 1:3 (T₅), terra vegetal + esterco bovino nas proporções de 3:1 (T₆), 1:1 (T₇) e 1:3 (T₈).

CV (%) = coeficiente de variação. DMS = diferença mínima significativa.

Tabela 4. Relação entre a massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA/MSR), altura de planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA), comprimento da parte aérea e da raiz primária (CPA/CR) e porcentagem de raízes (%R) de mudas de *D. gardneriana* produzidas em diferentes substratos.

Tratamentos	MSPA/MSR	AP/MSPA	CPA/CR	% R
T ₁	1,300 a	58,45 a	0,356 ab	43,93 b
T ₂	1,500 a	12,82 b	0,481 a	40,05 b
T ₃	0,946 b	14,21 b	0,388 ab	51,45 a
T ₄	0,868 b	19,46 b	0,346 ab	53,64 a
T ₅	0,801 b	21,29 b	0,351 b	55,73 a
T ₆	0,000 c	0,00 b	0,000 c	0,00 c
T ₇	0,000 c	0,00 b	0,000 c	0,00 c
T ₈	0,000 c	0,00 b	0,000 c	0,00 c
CV (%)	19,50	60,82	23,26	9,82
DMS	0,313	22,77	0,13	7,13

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Substrato Basaplant[®] (T₁), terra vegetal (T₂), terra vegetal + areia nas proporções de 3:1 (T₃), 1:1 (T₄) e 1:3 (T₅), terra vegetal + esterco bovino nas proporções de 3:1 (T₆), 1:1 (T₇) e 1:3 (T₈).

CV (%) = coeficiente de variação, DMS = diferença mínima significativa.

Tabela 5. Coeficientes de correlação simples de Pearson entre as variáveis, massa verde da parte aérea (MVPA) e raízes (MVR), massa seca das raízes (MSR) e parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), comprimento da raiz primária (CR) e da parte aérea (CPA), índice de qualidade de Dickson (IQD), relação entre o comprimento da parte aérea e da raiz primária (CPA/CR), massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA/MSR), altura de planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA), porcentagem de raízes (%R) e área foliar (AF).

	MVPA	MSR	MSPA	MST	COMPR	COMPA	IQD	CPA/CRA	MSPA/MSR	AP/MSPA	PS%	%R	AF
MVR	0,91**	0,99**	0,92**	0,97**	0,93**	0,94**	0,99**	0,78**	0,63**	0,10 ^{ns}	0,96**	0,83**	0,89**
MVPA	-	0,91**	0,99**	0,97**	0,84**	0,92**	0,94**	0,81**	0,72**	0,04 ^{ns}	0,88**	0,69**	0,86**
MSR	-	-	0,93**	0,98**	0,91**	0,92**	0,99**	0,76**	0,60**	0,07 ^{ns}	0,94**	0,80**	0,90**
MSPA	-	-	-	0,98**	0,86**	0,92**	0,95**	0,79**	0,71**	0,04 ^{ns}	0,89**	0,70**	0,88**
MST	-	-	-	-	0,90**	0,943**	0,99**	0,79**	0,67**	0,05 ^{ns}	0,93**	0,76**	0,90**
COMPR	-	-	-	-	-	0,96**	0,91**	0,84**	0,76**	0,32 ^{ns}	0,96**	0,92**	0,84**
COMPA	-	-	-	-	-	-	0,93**	0,91**	0,81**	0,30 ^{ns}	0,97**	0,89**	0,86**
IQD	-	-	-	-	-	-	-	0,78**	0,63**	0,07 ^{ns}	0,94**	0,79**	0,90**
CPA/CRA	-	-	-	-	-	-	-	-	0,91**	0,53*	0,87**	0,90**	0,74**
MSPA/MSR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,58*	0,74**	0,79**	0,64*
AP/MSPA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,24 ^{ns}	0,57*	0,12 ^{ns}
PS%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,91**	0,86**
%R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,86**

**Significativo a 1%, *Significativo a 5% de probabilidade. ^{ns}Não significativo.

Artigo IV

INFLUÊNCIA DO SOMBREAMENTO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
Dimorphandra gardneriana Tul.

INFLUÊNCIA DO SOMBREAMENTO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE

Dimorphandra gardneriana Tul.

RESUMO: O estudo do comportamento de mudas em ambientes com diferentes intensidades luminosas oferece informações sobre a capacidade das plantas em modificar seu crescimento e desempenho em resposta à luminosidade. Assim, objetivou-se avaliar a influência do sombreamento no desenvolvimento das mudas de *Dimorphandra gardneriana* Tul. Para verificar a exigência das plantas quanto à intensidade luminosa foram utilizados diferentes níveis de sombreamentos, sendo estes compostos pelo 0% de sombreamento (pleno sol) - (T₁), 30% - (T₂), 50% - (T₃) e 70% de sombreamento - (T₄). A obtenção dos diferentes níveis de sombreamento foi por meio de telas de poliolefinas de cor preta, tipo *sombrite*, sendo cada tratamento composto por quatro repetições de 15 plantas. As características avaliadas foram: o número de folhas, altura da planta, diâmetro do colo, porcentagem de sobrevivência, comprimento de parte aérea e raiz primária, massa verde e seca da parte aérea e raízes, massa seca total, índice de qualidade de Dickson e a relação entre altura e diâmetro do colo (A/DC), massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA/MSR), altura de planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA), comprimento da parte aérea e da raiz primária (CPA/CR), assim como a porcentagem de raízes (%R). O sombreamento influenciou negativamente a qualidade das mudas de *D. gardneriana*, sendo o nível zero de sombra (pleno sol) o que mais contribuiu para se obter mudas de qualidade. As mudas desta espécie são exigentes em luz, podendo ser produzidas em ambiente com alta intensidade luminosa.

Palavras-chave: fava d'anta, espécie florestal, luminosidade.

SHADING INFLUENCE IN PRODUCTION SEEDLINGS *Dimorphandra* *gardneriana* Tul.

ABSTRACT: The study of changes of behavior in environments with different light intensities provides information on the ability of plants to modify their growth and behavior in response to light. The objective was to evaluate the influence of shading on seedling development of *D. gardneriana* Tul. To check the requirement of plants as the light intensity were used different levels of shaders, which are composed of the 0% shading (full sun) - (T₁), 30% - (T₂), 50% - (T₃) and 70% - (T₄) shading. To obtain the different levels of shading, we used polyolefins screens black in color, shading type, each treatment consisted of four replicates of 15 plants. The characteristics evaluated were: number of leaves, plant height, stem diameter, survival percentage, height ratio and stem diameter (H/DC), shoot length and root fresh and dry mass of shoots and roots, total dry matter, Dickson quality index, the relationship between the dry weight of shoots and roots (MSPA/MASR) between plant height and dry weight of shoot (AP/MSPA), relationship between length of the part air and root (CPA/CR) and percentage of root (% R). The shading levels negatively affected the quality of seedlings of *D. gardneriana* Tul., and the shadow of zero contributed the most to obtain quality seedlings. The seedlings of this species is demanding in light, can be produced in an environment with high light intensity.

Keywords: fava d' anta, forest, light

INTRODUÇÃO

A espécie arbórea *Dimorphandra gardneriana* Tul., mais conhecida como faveira ou fava d'anta, é uma leguminosa da família Fabaceae que pode atingir até 10 metros de altura, possui inflorescência do tipo panícula, com espigas curtas e flores amarelas, cujo florescimento ocorre na estação chuvosa, mais precisamente em dezembro, a frutificação se

inicia em janeiro e se estende até os meses de agosto e setembro (RIBEIRO-SILVA et al., 2012). O fruto é um legume indeiscente, achatado, com coloração variando de marrom-escuro a quase negro, opaco, de superfície irregular, rugoso, com ápice e base arredondados, os quais são utilizados para extração da rutina, um importante flavonóide usado para o abastecimento da indústria farmacêutica (RIBEIRO-SILVA et al., 2007; LANDIM e COSTA, 2012).

A referida espécie ocorre naturalmente nos Estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Pernambuco, Bahia, Pará, Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais (MONTANO et al., 2007). Com relação ao Ceará, pode se destacar a Chapada do Araripe, onde se encontra a floresta nacional do Araripe, com grande biodiversidade, sendo a espécie *D. gardneriana* Tul. explorada de forma extrativista neste local (RIBEIRO-SILVA et al., 2012).

A colheita dos frutos para extração da rutina reduz a dispersão das sementes, o que é um risco para a manutenção da espécie. Desta forma, é importante enfatizar que o manejo e a conservação da espécie dependem de um melhor entendimento das implicações ecológicas da extração de seus frutos (RIBEIRO-SILVA, 2007; RIBEIRO-SILVA et al., 2012).

A produção de mudas em viveiros constitui uma das fases mais importantes do processo de implantação de povoamentos florestais (COSTA et al., 2008), no entanto, o sucesso de um plantio vai depender da qualidade das mudas produzidas, sobretudo, da qualidade morfológica e fisiológica, sendo estas características influenciadas pela procedência das sementes, pelos métodos utilizados na produção das mudas, manejo, equipamentos, estruturas encontradas no viveiro, bem como as condições ambientais no local onde as mudas estão sendo produzidas (CARON et al., 2010).

Dentre os fatores ambientais que afetam diretamente a produção de mudas florestais destaca-se a exigência da espécie quanto à intensidade, qualidade e duração da luz, uma vez que a disponibilidade de radiação é um fator importante para o fluxo de energia em sistemas biológicos e, dependendo da capacidade de captação e utilização da luz, as respostas das

plantas são diferentes e determinantes para a sua sobrevivência, crescimento e adaptação a diferentes ambientes (SARAIVA et al., 2014; AZEVEDO et al., 2015). Assim, Dutra et al. (2015) destacaram que a eficiência do crescimento da muda pode está associada à sua capacidade de adaptação às condições luminosas do ambiente.

O sombreamento artificial é uma técnica utilizada com a finalidade de proteger as plantas da ação danosa dos raios solares, especialmente em períodos com alta disponibilidade energética, bem como contribuir para amenizar a temperatura do vegetal, podendo afetar positivamente a taxa de crescimento e a qualidade das mudas, conforme a classe ecológica da espécie (CARON et al., 2010).

A exigência das espécies quanto à intensidade luminosa na fase inicial é variável, por exemplo, a espécie *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake pode ser produzida nos sombreamentos de 30, 50 e 70%, obtendo-se mudas de qualidade com altura e diâmetro de caule compatível para o transplântio, porém a sua exposição a sombra não deve ultrapassar 45 dias, uma vez que a partir desse período as plantas iniciam processo de estiolamento (CARON et al., 2010). Por outro lado, Azevedo et al. (2015) verificaram que as mudas de *Azadirachta indica* A.Juss, produzidas a pleno sol eram de melhor padrão de qualidade com base nas características morfológicas, tais como diâmetro do colo, relação altura/diâmetro, massa verde e seca de raízes, número de folhas e índice de qualidade de Dickson).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência do sombreamento no desenvolvimento das mudas de *D. gardneriana* Tul.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no viveiro florestal pertencente ao Laboratório de Ecologia Vegetal (LEV) do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba em Areia - PB. As sementes foram obtidas de

frutos colhidos em matrizes localizadas em remanescentes florestais próximos às cidades de Jardim e Crato, no Ceará. Após a colheita dos frutos realizou-se o beneficiamento de forma manual na região de coleta e, posteriormente as sementes foram acondicionadas em sacos plásticos e transportadas para o LAS onde foram colocadas em baldes de plástico e armazenadas em câmara fria a uma temperatura de 15 °C por um período de dois anos, quando foram utilizadas para realização do experimento.

Para verificar a exigência das plantas quanto à intensidade luminosa foram utilizados diferentes níveis de sombreamentos, sendo estes compostos pelo 0% de sombreamento (pleno sol) - (T₁), 30% - (T₂), 50% - (T₃) e 70% de sombreamento - (T₄). Para obtenção dos diferentes níveis de sombreamento, as mudas foram colocadas embaixo de armações de madeira com aproximadamente 1,5 m de comprimento e 1,0 m de largura e altura, cobertas na parte superior e lateral com telas de poliolefinas de cor preta, tipo *sombrite*, sendo cada tratamento composto por quatro repetições de 15 plantas.

Antes da instalação do experimento foi realizada uma sementeira em bandejas com dimensões de (49 x 33 x 7 cm de comprimento, largura e profundidade, respectivamente) plásticas contendo o substrato vermiculita, onde as sementes, após superação da dormência, pelo desponte no lado oposto ao hilo (URSULINO, 2013) foram semeadas a uma profundidade de 2 cm e mantidas na sombra por um período de 15 dias. Posteriormente plântulas foram transferidas para casa de vegetação por mais cinco dias para uma melhor adaptação e após esse período realizou-se o transplântio de uma planta em cada saco de polietileno de dimensões 15 x 28 cm largura e altura, respectivamente. O substrato utilizado foi terra vegetal e as mudas foram mantidas embaixo dos diferentes níveis de sombreamento por 93 dias, sendo que durante este período a umidade do substrato foi mantida por regas diárias com regadores.

Características avaliadas

Número de folhas - foi contabilizado a partir dos 30 dias após o transplântio, com intervalos de avaliação de 21 dias, computando-se todas as folhas presentes em cada planta, até aos 93 dias após o transplântio, quando o experimento foi encerrado.

Altura de planta - as avaliações de altura das plantas foram realizadas utilizando-se uma régua graduada em centímetros, medindo da base do caule até a inserção da última folha, dos 30 aos 93 dias após o transplântio, com intervalos de 21 dias, e os resultados expressos em cm por planta⁻¹.

Diâmetro do colo - foi medido no colo da planta, com auxílio de um paquímetro digital, dos 30 aos 93 dias após o transplântio, intercalados a cada 21 dias e os resultados expressos em milímetro.

Relação altura de planta e diâmetro do colo (AP/DC) - foi realizada mediante a divisão da altura da planta pelo diâmetro do colo, dos 30 dias aos 93 dias após o transplântio com intervalos de 21 dias.

Porcentagem de sobrevivência - essa variável foi analisada no final do experimento contabilizando o número de plantas em cada tratamento, e os resultados expressos em porcentagem.

Comprimento de parte aérea e raiz primária - ao final do experimento, as plantas de cada tratamento foram medidas (raiz e parte aérea) com o auxílio de uma régua graduada em centímetros e os resultados expressos em cm por planta⁻¹.

Massa verde da parte aérea e raízes - após a medição anterior as plantas de cada tratamento e repetição foram separadas em raiz e parte aérea e pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001 g e os resultados expressos em g por planta⁻¹.

Massa seca da parte aérea e da raízes - após as avaliações anteriores, as mesmas plantas separadas em raízes e parte aérea foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas

em estufa de ventilação forçada a 65 °C/48 horas. Após este período as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001 g e os resultados expressos em g por planta⁻¹.

Massa seca total - após a determinação da massa seca das raízes e parte aérea, a massa seca total foi determinada mediante o somatório da massa seca das raízes e da parte aérea, e os resultados expressos em g por planta⁻¹.

Índice de qualidade de Dickson - este índice foi determinado em função do peso da massa seca total (MST), altura da planta (A), diâmetro do colo (DC), massa seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR), por meio da fórmula de Dickson et al. (1960).

Relação entre a massa seca da parte aérea e raízes (MSPA/MSR) - ao final do experimento, após a obtenção das variáveis anteriores, foi realizada a divisão entre a massa seca da parte aérea e raízes.

Relação entre a altura de planta e a massa seca da parte aérea (AP/MSPA) - este quociente foi obtido por meio da divisão entre a altura de planta e a massa seca da parte aérea, sendo considerada a massa seca de caule e folhas.

Relação entre o comprimento da parte aérea e raiz primária (CPA/CR) - esta relação foi obtida mediante a divisão entre o comprimento da parte aérea e o comprimento da raiz primária.

Porcentagem de raízes (%R) - a porcentagem de raízes foi determinada dividindo-se a massa seca do sistema radicular pela massa seca total e o resultado multiplicado por 100, por meio da fórmula: $\% \text{ RAIZ} = \text{MSR}/\text{MST} \times 100$.

Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento utilizado no experimento foi inteiramente ao acaso, com quatro repetições de 15 plantas por tratamento. Para avaliação do crescimento por meio da altura,

diâmetro e número de folhas, os tratamentos foram distribuídos em parcela subdividida onde as parcelas foram compostas pelos níveis de sombreamento e as subparcelas foram compostas pelas avaliações ao longo do tempo. Os dados obtidos das avaliações ao longo do tempo foram submetidos à análise de regressão múltipla; os dados obtidos da avaliação final foram submetidos à análise de regressão polinomial testando-se os modelos linear e quadrático. Também aplicou-se a correlação de Pearson para verificar a relação entre duas ou mais variáveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de folhas e a altura das mudas de *Dimorphandra gardneriana* Tul. foram influenciadas pelos níveis de sombreamento e períodos de avaliação (Figura 1A-B), observando-se que tanto aos 30 como aos 93 dias de avaliação, o número de folhas foi inferior quando obtido de mudas cultivadas no nível máximo de sombreamento (70%), porém, esta variável foi crescente em função dos períodos de avaliação em todos os níveis de sombreamento utilizados (Figura 1A). Para a altura de planta verificou-se que os maiores valores foram obtidos de mudas submetidas no nível de sombreamento de 70% e de forma semelhante ao número de folhas, a medida que aumentou o tempo de avaliação esta foi crescente (Figura 1B).

O número de folhas das mudas produzidas a pleno sol foi superior quando comparado ao obtido de mudas sombreadas, porém, para as mudas expostas a pleno sol as folhas e a altura de planta eram visivelmente menores, ao passo que as sombreadas tinham folhas mais expandidas e altura mais elevada. Esta característica pode ser um mecanismo de adaptação da espécie ao ambiente com pouca luminosidade, sendo o aumento da superfície foliar, uma forma de aumentar a captação de luz e elevar a taxa fotossintética.

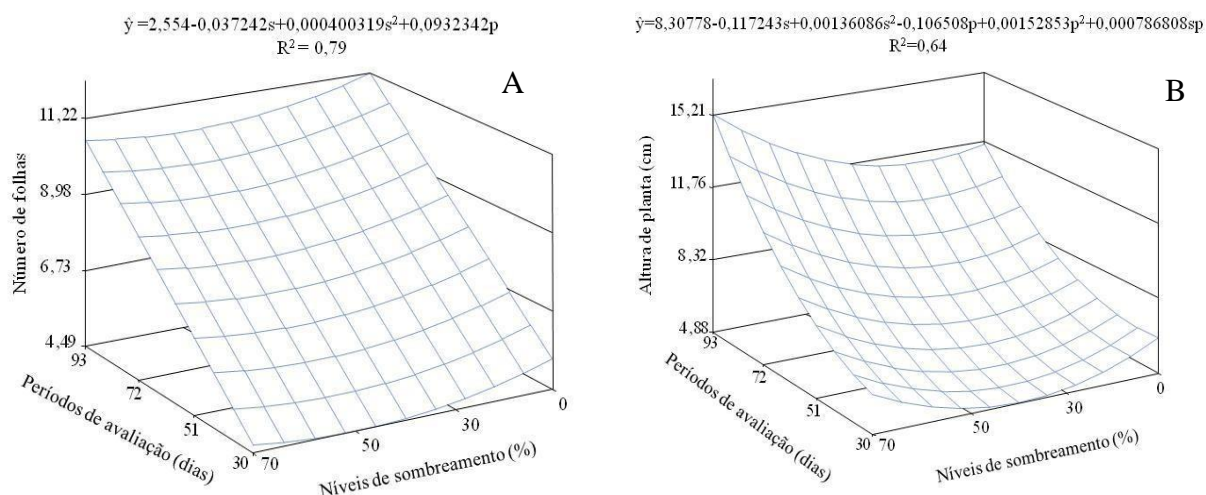


Figura 1. Número de folhas (A) e altura (B) de mudas de *D. gardneriana* produzidas em diferentes níveis de sombreamento.

A expansão foliar na condição de baixa luminosidade é um comportamento relatado com frequência e indica uma maneira da planta aproveitar melhor a baixa luminosidade (LIMA et al., 2008), porque, dependendo da habilidade na captação e utilização da luz, as respostas das plantas são distintas e determinantes para a sua sobrevivência, crescimento e adaptação a diferentes ambientes (SARAIVA et al., 2014).

Os dados referentes à relação altura/diâmetro e o diâmetro do caule de mudas de *D. gardneriana* não se ajustaram a modelos de regressão polinomial múltipla, sendo evidenciada pouca variação na relação altura/diâmetro em função dos tratamentos e período de avaliação. Contudo esses valores tendem a se elevar com o aumento do sombreamento, enquanto o diâmetro demonstrou valores crescentes, porém aos 93 dias de avaliação obtiveram-se valores próximos em todos os níveis de sombreamento, mas verificou-se maior incremento em diâmetro de mudas expostas a 30% de sombreamento e a pleno sol.

Tabela 1. Relação altura/diâmetro e diâmetro do caule de mudas de *D. gardneriana* produzidas em diferentes níveis de sombreamento.

Níveis de sombreamento (%)	Relação altura/diâmetro				Diâmetro do caule (mm)			
	Períodos de avaliação				Períodos de avaliação			
	30	51	72	93	30	51	72	93
0	4,17	4,22	4,28	4,68	1,5	1,7	2,0	2,5
30	4,05	4,28	4,71	5,18	1,3	1,5	1,9	2,5
50	3,65	4,25	4,41	4,88	1,5	1,5	1,8	2,2
70	5,43	5,46	5,96	7,89	1,2	1,5	1,8	2,1

A maior relação entre altura/diâmetro foi obtida de mudas expostas ao sombreamento de 70% e, à medida que aumentou a disponibilidade de luz esse valor foi reduzindo, o que pode ter sido em função do maior incremento no diâmetro das plantas expostas em maiores concentrações de luz. Para as mudas de *Toona ciliata* M. Roem var. *australis* produzidas sem sombreamento, a menor relação altura/diâmetro não foi sinônimo de qualidade, porque as mudas produzidas a pleno sol ficaram necrosadas e em virtude disso, sofreram influência negativa no aumento em altura (MARCO et al., 2014).

Maiores incrementos em altura também foram constatados por Freitas et al. (2012) para mudas de *Sclerolobium paniculatum* Vogel, quando submetidas ao sombreamento de 50%, sendo superior quando comparadas com mudas cultivadas a pleno sol. Enquanto a altura máxima das mudas de *Copaifera langsdorffii* Desf. foi alcançada com 63% de sombreamento (DUTRA et al., 2015).

As mudas de *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lam.) foram influenciadas por diferentes sombreamentos, sendo os maiores crescimentos (altura e diâmetro) verificados nos sombreamentos com sombrite 30% e tela termo refletora de 50% (SANTOS et al., 2014). No estudo de Azevedo et al. (2015), utilizando diferentes níveis de sombreamento (0, 30, 50 e 70%) na produção de mudas de *Azadirachta indica* A. Juss, os maiores valores de altura, diâmetro e a menor relação altura/diâmetro foram obtidos de mudas produzidas a pleno sol.

Por outro lado, as mudas de *Dipteryx alata* Vog. produzidas em ambientes com 0, 30, 50 e 70% de sombreamento demonstraram melhor desempenho em diâmetro quando produzidas a pleno sol e a 30% de sombreamento, porém a altura e o número de folhas foram mais elevados nas mudas sombreadas a 30% (QUEIROZ e FIRMINO, 2014). Ao estudar o comportamento das mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke em ambiente de pleno sol, 75% de sombreamento e em casa de vegetação, Frigotto et al. (2015) constaram que os valores obtidos em altura da planta, diâmetro do colo e número de folhas de mudas produzidas a pleno sol foram estatisticamente inferiores aos demais tratamentos.

Portanto, evidencia-se que o desempenho das plantas com relação à luz é variado, existindo diferença de comportamento entre as espécies florestais quando submetidas a diferentes ambientes, o que torna importante pesquisas para identificar o comportamento das mais variadas espécies quando expostas a intensidades luminosas distintas.

Para o comprimento da raiz primária e o índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *D. gardneriana* constatou-se que os dados obtidos se ajustaram ao modelo de regressão linear, com reduções significativas à medida que aumentaram os níveis de sombreamento, enquanto os dados de comprimento da parte aérea e da porcentagem de sobrevivência não se ajustaram a modelos de regressão polinomial, cujos valores médios foram de 13,59 cm e 91%, respectivamente (Figura 2A-D).

O comprimento da raiz primária foi afetado negativamente pelos níveis de sombreamento, sendo os maiores valores verificados nas mudas cultivadas a pleno sol, provavelmente devido à necessidade de uma maior absorção de água em função da elevada taxa evapotranspiratória, o que está de acordo com Lei e Lechowicz (1998) e Poorter (1999) quando relataram que esta é uma resposta que faz sentido do ponto de vista funcional, uma vez que, por terem uma maior demanda evapotranspiratória, um maior investimento no

crescimento do sistema radicular denso, assume maior importância nas plantas em condições de altas irradiâncias do que nas sombreadas.

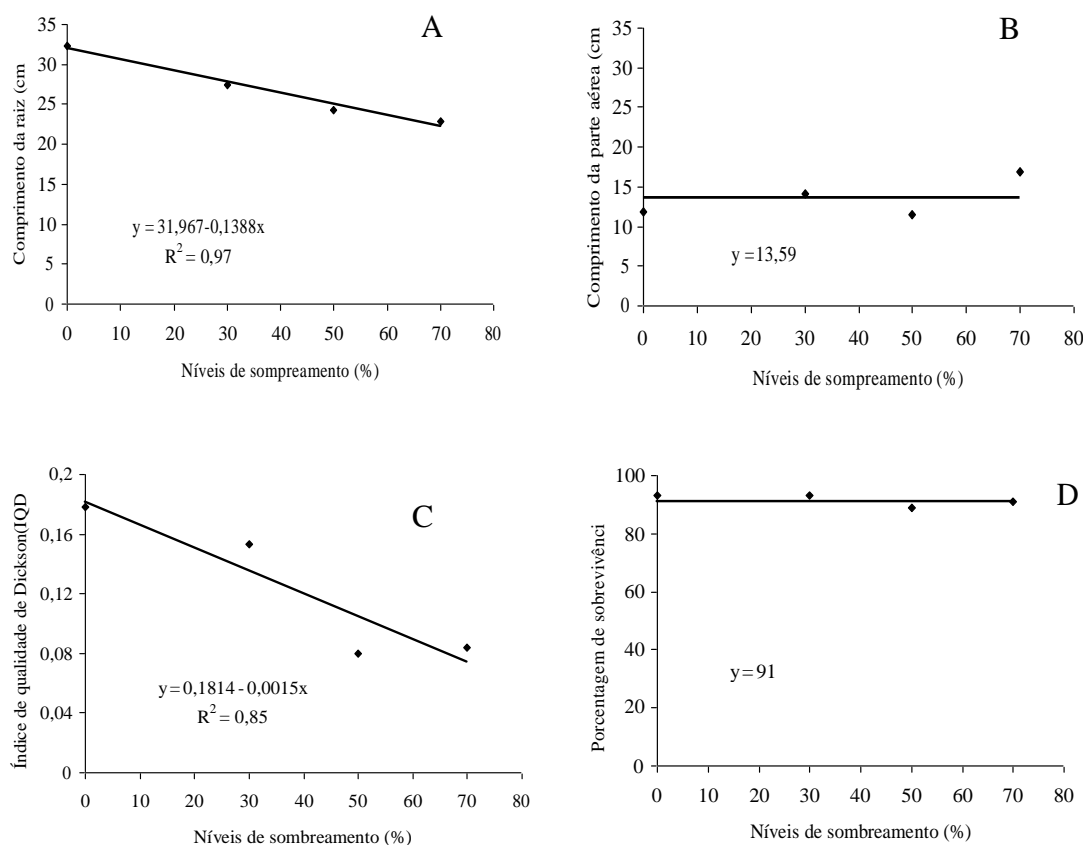


Figura 2. Comprimento da raiz primária (A), da parte aérea (B), índice de qualidade de Dickson (C) e porcentagem de sobrevivência (D) de mudas de *D. gardneriana* produzidas em diferentes níveis de sombreamento.

Neste sentido, Gomes e Paiva (2013) afirmam que o bom desenvolvimento das raízes pode assegurar melhor desempenho em campo, tendo em vista que as mesmas estão intimamente relacionadas com as atividades de natureza fisiológica das mudas, no complexo ambiente-solo-água-plantas. Para as mudas de *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lam.) Urb. os diferentes ambientes de sombreamento (sombrite 30 e 50%, campo aberto, termo refletora 30 e 50%) não influenciaram o comprimento da raiz primária (SANTOS et al., 2014), enquanto o

comprimento da raiz primária das mudas de *Dipteryx alata* Vog. foi mais elevado no sombreamento de 50 e 70%, em relação aos demais níveis de sombreamento (0 e 30%) (QUEIROZ e FIRMINO, 2014).

Os dados do comprimento da parte aérea não se ajustaram a modelos de regressão, porém verifica-se uma tendência de crescimento no nível mais elevado de sombreamento (Figura 2). De acordo com Marco et al. (2014) as plantas sombreadas tendem a ter maior altura devido à deficiência de luz e por isso são levadas ao estiolamento. A porcentagem de sobrevivência das mudas de *D. gardneriana* não foi influenciada pelos níveis de sombreamento utilizados em viveiro, com percentual elevado em todos os tratamentos.

Para as mudas de *Copaifera langsdorffii* Desf., o nível de sombreamento de 50% proporcionou maior porcentagem de sobrevivência (DUTRA et al., 2015), enquanto as mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke produzidas a céu aberto tiveram apenas 42% de sobrevivência, o que foi atribuído à presença de geadas na região (FRIGOTTO et al., 2015).

As mudas de *D. gardneriana* produzidas a pleno sol evidenciaram maior índice de qualidade de Dickson (IQD), portanto podem ser consideradas de melhor qualidade quando comparadas com as mudas sombreadas, uma vez que na sua determinação levaram-se em consideração outras variáveis importantes como altura, diâmetro e massa seca de raízes, parte aérea e total. Segundo Fonseca et al. (2002), o índice de qualidade de Dickson é um bom indicador da qualidade das mudas, porque no seu cálculo são avaliados a robustez e o equilíbrio da repartição da biomassa na muda, ponderando os resultados de vários parâmetros importantes empregados para aferir a qualidade.

O índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de *Sclerobium paniculatum* Vog. submetidas a diferentes níveis de sombreamento (sombra natural, 50% de sombra e pleno sol) teve resposta significativa, sendo as mudas produzidas a pleno sol aquelas de

melhor qualidade (FREITAS et al., 2012). Para as mudas de *Toona ciliata* M. Roem var. *australis*, o melhor IQD foi alcançado quando utilizou-se uma camada simples de sombreamento (MARCO et al., 2014).

Os diferentes níveis de sombreamento (0, 30, 50 e 70%) influenciaram na qualidade das mudas de *Azadirachta indica* A. Juss, sendo os maiores valores de IQD obtidos de mudas produzidas a pleno sol (AZEVEDO et al., 2015). O (IQD) também foi considerado por Dutra et al. (2015) como uma excelente variável para indicar o padrão de qualidade de mudas de *Copaifera langsdorffii* Desf., uma vez que as mudas com maiores índices tinham máximos valores de massa seca total e da parte aérea.

Os dados dos conteúdos de massas verde e seca de raízes e parte aérea, bem como, a massa seca total de mudas de *D. gardneriana* se ajustaram ao modelo de regressão linear, com reduções significativas em função dos níveis de sombreamento (Figura 3A-E). Ressaltando-se que as mudas produzidas a pleno sol obtiveram maior conteúdo de massas verde, seca e total, ao passo que as massas provenientes de mudas produzidas no sombreamento de 70% foram inferiores porque a massa seca total reduziu de 1,28 g (zero de sombreamento) para 0,70 g (70% de sombreamento).

No sombreamento de 70%, apenas 30% de luz estava disponível para as plantas, o que pode ter contribuído para o menor conteúdo de massa verde e seca, uma vez que a redução na disponibilidade de luz provoca diminuição na taxa fotossintética, o que está de acordo com relatos de Floss (2004) de que uma planta exposta ao sol pode fotossintetizar quase três vezes mais que uma planta sombreada. Assim, a disponibilidade de luz é o fator fundamental para o fluxo de energia em sistemas biológicos, sendo determinante para os processos fisiológicos das plantas (SARAIVA et al., 2014).

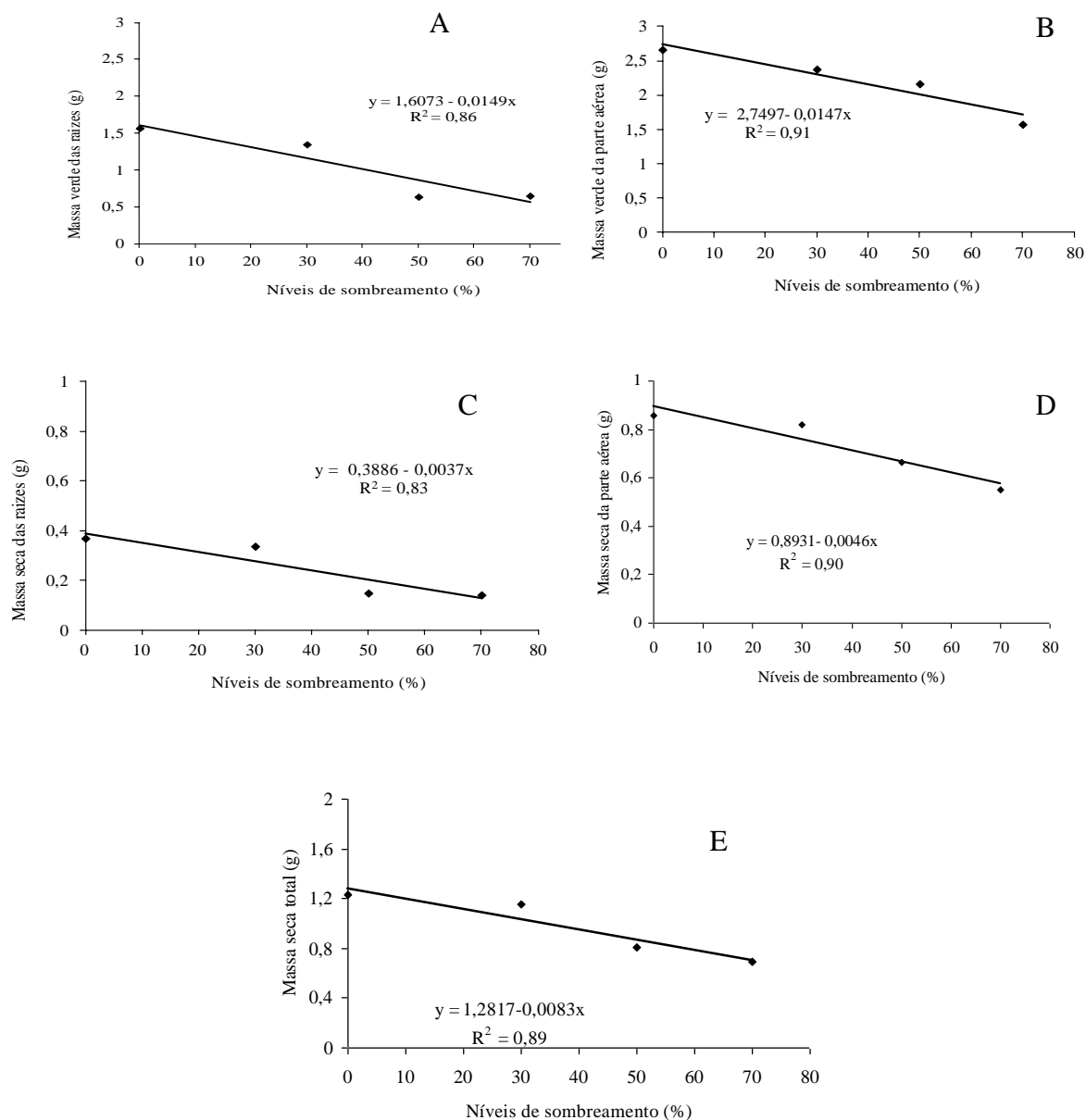


Figura 3. Massa verde das raízes (A), da parte aérea (B), massa seca das raízes (C), da parte aérea (D) e massa seca total (E) de mudas de *D. gardneriana* produzidas em diferentes níveis de sombreamento.

Dentre as características morfológicas que determinam a qualidade das mudas, o conteúdo de massa seca tem sido considerado um dos melhores para determinar essa qualidade porque a sobrevivência e o crescimento inicial estão relacionados com o mesmo (GOMES e PAIVA, 2013). No presente estudo foi constatado que as mudas cultivadas a

pleno sol foram as mais vigorosas devido aos conteúdos de massas significativamente maiores em relação aos tratamentos sombreados.

A luz tem grande influência sobre as diversas características morfológicas, anatômicas e fisiológicas das plantas, portanto as folhas daquelas que crescem a pleno sol têm mais cloroplastos, maior proporção de clorofila, maior espessura foliar, entre outros, características que explicam porque as plantas que crescem em condições de alta luminosidade são mais eficientes (FLOSS, 2004). Neste contexto, Santos et al. (2013) afirmaram que a luminosidade controla os processos responsáveis pelo acúmulo de massa seca, contribuindo para o crescimento das mudas.

A massa seca de folhas, caule e raízes, bem como a massa seca total das mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex. Tul. foram mais elevadas quando produzidas a pleno sol quando comparadas com a massa de mudas produzidas nos sombreamentos de 50 e 70% (LIMA et al., 2008). Para a mudas de *Schizolobium parahyba* (Vell.), Caron et al. (2010) verificaram que os níveis de sombreamento de 0, 30, 50 e 70% não afetaram o acúmulo de massa seca nos diferentes órgãos.

A qualidade das mudas de *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lam.) foi influenciada pelos sombreamentos testados (30 e 50%), afetando positivamente o crescimento das plantas, o que refletiu nos maiores teores de massa fresca e seca da parte aérea e raízes (SANTOS et al., 2014). O peso seco de parte aérea e raízes de mudas de *Dipteryx alata* Vog., foi superior no sombreamento de 70%, com 3,37 e 2,47 g, respectivamente, em relação aos demais níveis de sombreamento (0 e 30%), sendo que os autores atribuíram tais resultados ao maior número de folhas e comprimento superior da raiz obtido neste sombreamento (QUEIROZ e FIRMINO, 2014).

Para as relações entre a massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA/MSR), altura da planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA), comprimento da parte aérea e da raiz

primária (CPA/CR) verificou-se ajuste linear crescente em função dos níveis de sombreamento (Figura 4A-C), por outro lado, a porcentagem de raízes reduziu linearmente com o aumento nos níveis de sombreamento (Figura 4D).

As menores relações avaliadas foram verificadas nas mudas produzidas a pleno sol, indicando que estas são de qualidade superior, uma vez que a relação entre a massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA/MSR) é uma variável importante na determinação da qualidade das mudas, sendo estabelecido o valor de 2,0 como a melhor relação entre esses dois fatores, enquanto a relação entre altura de planta e massa da parte aérea (AP/MSPA) pode predizer o potencial de sobrevivência em campo, de modo que quanto menor for esse índice mais resistente é a muda e maior sua capacidade de sobrevivência (GOMES e PAIVA, 2013).

No crescimento da planta, existe uma interdependência entre o funcionamento do sistema radicular e o da parte aérea, como, por exemplo, nas mudas cultivadas a pleno sol verificou-se uma menor relação entre o comprimento da parte aérea e raiz primária (CPA/CR), devido ao maior crescimento da raiz primária, por outro lado, nas mudas sombreadas houve prioridade da planta em desenvolver mais a parte aérea e por isso se verificou maior relação entre essas duas estruturas.

Este fato pode ser corroborado com os resultados da porcentagem de raízes, em que os menores valores ocorreram nas mudas sombreadas (Figura 4D), que segundo Fonseca et al. (2002) as características morfológicas e as relações utilizadas para avaliação da qualidade das mudas não devem ser usadas isoladamente, com a finalidade de reduzir o risco de selecionar mudas mais altas, porém fracas, descartando as menores, no entanto, mais vigorosas.

No estudo de Freitas et al. (2012), as mudas de *Sclerobium paniculatum* Vog., cultivadas em diferentes condições (sombra natural, 50% de sombra e a pleno sol) tiveram menor relação entre a parte aérea/raiz quando submetidas a pleno sol, provavelmente porque

as plantas em condição de alta intensidade de luz têm maior alocação de fotoassimilados para as raízes. Nas mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. Ex Tul., produzidas a pleno sol, Santos et al. (2013) constataram menor relação entre a massa seca da parte aérea e das raízes.

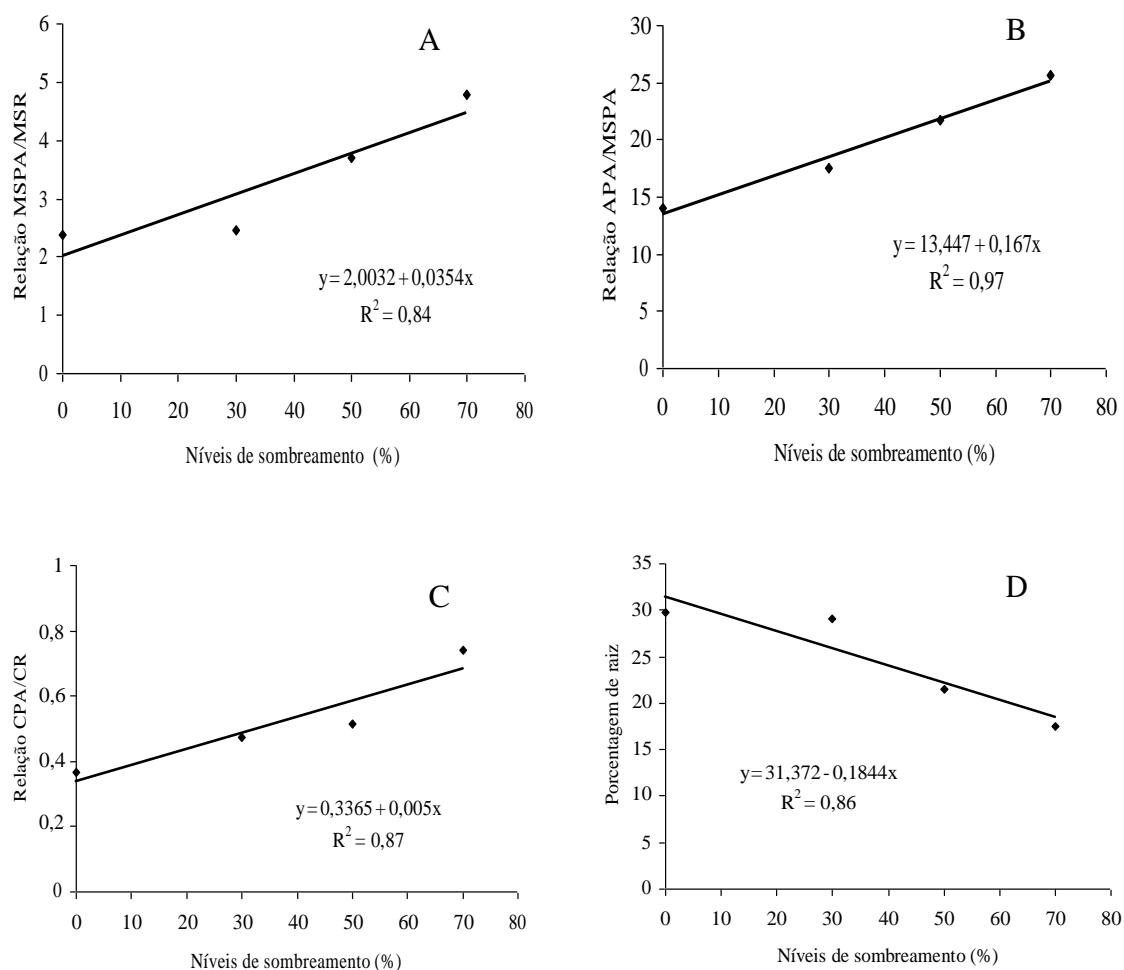


Figura 4. Relação entre a massa seca da parte aérea e raízes (MSPA/MSR) - (A), altura de planta e massa da parte aérea (AP/MSPA) - (B), comprimento da parte aérea e da raiz primária (CPA/CR) - (C) e porcentagem de raízes (%R) - (D) de mudas de *D. gardneriana* produzidas em diferentes níveis de sombreamento.

Avaliando os dados da Tabela 2, verificou-se que não existe correlação de Pearson significativa entre o comprimento da parte aérea (CPA) e a massa verde (MVR) e seca das raízes (MSR), bem como a massa seca total (MST) e o comprimento da raiz primária (CR), porém essas variáveis estão correlacionadas entre si de forma significativa e positiva,

contundo, verificou-se correlação significativa e negativa do comprimento (CPA) com a massa verde (MVPA) e seca de parte aérea (MSPA), indicando que o aumento de uma implica na redução da outra.

O índice de qualidade de Dickson (IQD) está fortemente correlacionado com todas as variáveis, exceto com o comprimento da parte aérea, porém a correlação do IQD com as relações de massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA/MSR), altura de planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA), comprimento da parte aérea e da raiz primária (CPA/CR) foi significativa e negativa. Por outro, essas mesmas relações se correlacionaram de forma significativa e negativa com a massa e comprimento de raízes, porém de forma significativa e positiva com o comprimento da parte aérea (CPA) (Tabela 2).

A porcentagem de raízes se correlacionou significativa e negativamente com o comprimento da parte aérea (CPA) e com as relações de massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA/MSR), altura de planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA), comprimento da parte aérea e da raiz primária (CPA/CR), no entanto, com as demais variáveis essa correlação foi significativa e positiva, enquanto o índice de sobrevivência não se correlacionou com nenhuma das variáveis avaliadas (Tabela 2).

A presença de correlação significativa e negativa entre as variáveis indica que existe comportamento inversamente proporcional entre as mesmas, ou seja, à medida que uma aumentou a outra diminuiu, a exemplo da correlação significativa e negativa entre o comprimento (CPA) e a massa verde e seca da parte aérea (MVPA e MVPA), uma vez que a maior altura não correspondeu ao máximo conteúdo de massa verde e seca. Por outro lado, as correlações significativas e positivas indicam que o aumento de uma implica no ganho da outra, destacando o IQD, que, juntamente com a massa verde e seca de raízes e parte aérea e massa seca total, bem como o comprimento da raiz primária constituem variáveis importantes na determinação da qualidade das mudas de *D. gardneriana*.

Tabela 2. Coeficientes de correlação simples de Pearson entre a massa verde da parte aérea (MVPA) e das raízes (MVR), massa seca das raízes (MSR) e da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), comprimento da raiz primária (CR) e da parte aérea (CPA), índice de qualidade de Dickson (IQD), relação entre a massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA/MSR), altura de planta e massa seca da parte aérea (AP/MSPA), comprimento da parte aérea e da raiz primária (CPA/CR) e porcentagem de raízes (%R) de mudas de *D. gardneriana*.

Variáveis	MVPA	MSR	MSPA	MST	CR	CPA	IQD	MSPA/MSR	AP/MSPA	CPA/CR	% R	PS
MVR	0,65**	0,88**	0,62**	0,73**	0,80**	-0,31 ^{ns}	0,87**	-0,79**	-0,87**	-0,64**	0,87**	0,22 ^{ns}
MVPA	-	0,65**	0,86**	0,83**	0,54*	-0,76**	0,57*	-0,79**	-0,74**	-0,82**	0,80**	0,14 ^{ns}
MSR	-	-	0,80**	0,89**	0,86**	-0,21 ^{ns}	0,98**	-0,81**	-0,90**	-0,59**	0,90**	0,25 ^{ns}
MSPA	-	-	-	0,98**	0,64*	-0,47*	0,74**	-0,73**	-0,73**	-0,63**	0,79**	0,33 ^{ns}
MST	-	-	-	-	0,72**	-0,40 ^{ns}	0,83**	-0,75**	-0,80**	-0,63**	0,84**	0,33 ^{ns}
CR	-	-	-	-	-	-0,24 ^{ns}	0,89**	-0,66**	-0,85**	-0,68**	0,74**	0,31 ^{ns}
CPA	-	-	-	-	-	-	-0,12 ^{ns}	0,58*	0,51*	0,86**	-0,53*	0,13 ^{ns}
IQD	-	-	-	-	-	-	-	-0,76**	-0,86**	-0,53*	0,85**	0,32 ^{ns}
MSPA/MSR	-	-	-	-	-	-	-	-	0,82**	0,78**	-0,98**	-0,17 ^{ns}
APA/MSPA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,81**	-0,89**	-0,06 ^{ns}
CPA/CR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,77**	-0,05 ^{ns}
% R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20 ^{ns}

**Significativo a 1%, *Significativo a 5% de probabilidade. ^{ns}Não significativo.

As mudas de *D. gardneriana* produzidas a pleno sol demonstraram características de qualidade superior em relação àquelas produzidas na sombra, indicando uma maior capacidade de adaptação às condições de alta luminosidade. Neste sentido, Freitas et al. (2012) ressaltam que a maior capacidade de adaptação das espécies às condições de alta incidência de luz poderá garantir o sucesso de um projeto de recuperação de área degradada, sendo que as espécies pioneiras e secundárias iniciais são as recomendadas para iniciarem os estágios sucessionais em projetos de recuperação de áreas degradadas, visto que essa recomendação é dada em função de sua adaptação às condições de maior luminosidade.

Nesse sentido destaca-se que o conhecimento da potencialidade de uso, fisiologia, manejo e produção de mudas podem contribuir tanto para a manutenção das florestas como para o planejamento da recomposição da cobertura original da vegetação (ALMEIDA et al., 2005). Tendo em vista que muitas espécies arbóreas nativas são potencialmente aptas para o cultivo racional, podendo servir para diversos fins, quer seja pelo valor ornamental, madeireiro, alimentício, medicinal ou de preservação.

COCLUSÕES

As mudas de *Dimorphandra gardneriana* Tul. toleram o sombreamento de 70%, porém são morfológicamente fracas;

As mudas de *D. gardneriana* produzidas a pleno sol são mais vigorosas;

Recomenda-se a produção das mudas de *D. gardneriana* em ambiente aberto com ampla luminosidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L.S.; MAIA, N.; ORTEGA, A.O.; ANGELO, A.C. Crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* Cham. em viveiro submetidas a diferentes níveis de luminosidade. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.3, p.323-329, 2005.
- AZEVEDO, G.T.O.S.; NOVAES, A.B.; AZEVEDO, G.B.; SILVA, H.F. Desenvolvimento de mudas de nim indiano sob diferentes níveis de sombreamento. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.22, n.2, p.249-255, 2015.
- CARON, B.O.; SOUZA, V.Q.; CANTARELLI, E.B.; MANFRON, P.A.; BEHLING, A.; ELOY, E. Crescimento em viveiro de mudas de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake. submetidas a níveis de sombreamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.20, n.4, p.683-689, 2010.
- COSTA, E.C.; D'AVILA, M.; CANTARELLI, E.B.; MURARI, A.B.; MANZONI, C.G. **Entomologia florestal**. Santa Maria: UFSM, 2008. 240p.
- DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, Ontário, v.36, n.1, p.10-13, 1960.
- DUTRA, T.R.; GRAZZIOTTI, P.H.; SANTANA, R.C.; MASSAD, M.D. Qualidade de mudas de copaíba produzidas em diferentes substratos e níveis de sombreamento. **Floresta**, Curitiba, v.45, n.3, p.635-644, 2015.
- FLOSS, E.L. **Fisiologia das plantas cultivadas**: o estudo que está por trás do que se vê. 2.ed. Passo Fundo: UPF, 2004. 536p.
- FONSECA, E.P.; VALÉRI, S.V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N.A.N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.4, p.515-523, 2002.
- FREITAS, G.A.; VAZ-DE-MELO, A.; PEREIRA, M.A.B.; ANDRADE, C.A.O.; LUCENA, G.N.; SILVA, R.R. Influência do sombreamento na qualidade de mudas de *Sclerolobium paniculatum* Vogel para recuperação de área degradada. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Palmas, v.3, n.3, p.5-12, 2012.
- FRIGOTTO, T.; BRUN, E.J.; MEZZALIRA, C.C.; NAVROSKI, M.C.; BIZ, S.; RIBEIRO, R.R. Desenvolvimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke em diferentes ambientes em viveiro. **Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria, v.3, n.1, p.9-17, 2015.
- GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. **Viveiros florestais**: propagação sexuada, 1.ed., Ed. UFV, Viçosa, 2013. 116p.

LANDIM, L.P.; COSTA, J.G.M. *Dimorphandra gardneriana* Tulasne (fava d'anta) - uma abordagem etnobotânica e riscos de extinção. **Revista da Biologia**, São Paulo, v.9, n.1, p.6-11, 2012.

LEI, T.T.; LECHOWICZ, M.J. Diverse responses of maple saplings to forest light regimes. **Annals of Botany**, Oxford, v.82, n.1, p.9-19, 1998.

LIMA, J.D.; SILVA, B.M.S.; MORAES, W.S.; DANTAS, V.A.V.; ALMEIDA, C.C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. Ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Acta Amazonica**, Manaus, v.38, n.1, p.5-10, 2008.

MARCO, R.; CONTE, B.; PERRANDO, E.R.; FORTES, F.O.; SOMAVILLA, L.; BURGIM, M.B. Efeito de telas de sombreamento no crescimento e proteção de mudas de *Toona ciliata* sob baixas temperaturas. **Floresta**, Curitiba, v.44, n.4, p.607-616, 2014.

MONTANO, H.G.; SILVA, G.S.; ROCHA, R.C.; JIMENEZ, N.Z.A.; PEREIRA, R.C.; BRIOSO, P.S.T. Phytoplasma in “fava d’anta” tree (*Dimorphandra gardneriana*) in Brazil. **Bulletin of Insectology**, Bolonha, v.60, n.2, p.147-148, 2007.

POORTER, L. Growth responses of 15 rain-forest tree species to a light gradient: the relative importance of morphological and physiological traits. **Functional Ecology**, London, v.13, n.3, p.396-410, 1999.

QUEIROZ, S.E.E.; FIRMINO, T.O. Efeito do sombreamento na germinação e desenvolvimento de mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Revista Biociências**, Taubaté, v.20, n.1, p.72-77, 2014.

RIBEIRO-SILVA, S. **Ecologia de populações e Aspectos etnobotânicos de *Dimorphandra gardneriana* (Tulasne) na Chapada do Araripe, Ceará**. 2007. 105p. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

RIBEIRO-SILVA, S.; SCARIOT, A.; MEDEIROS, M.B. Uso e Práticas de manejo de faveira (*Dimorphandra gardneriana* Tul.) na região da Chapada do Araripe, Ceará: implicações ecológicas e sócio-econômicas. **Biodiversidade Brasileira**, Brasília, v.2, n.2, p.65-73, 2012.

SANTOS, L.W.; COELHO, M.F.B.; AZEVEDO, R.A.B. Qualidade de mudas de pau-ferro produzidas em diferentes substratos e condições de luz. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.33, n.74, p.151-158, 2013.

SANTOS, U.F.; XIMENES, F.S.; LUZ, P.B.; SEABRA JÚNIOR, S.; SOBRINHO, S.P. Níveis de sombreamento na produção de mudas de pau-debalsa (*Ochroma pyramidale*) **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, n.1, p.129-136, 2014.

SARAIVA, G.F.R.; SOUZA, G.M.; RODRIGUES, J.D. Aclimação e fisiologia de mudas de guanandi cultivadas em telas de sombreamento foto-protetoras. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v.10, n.2, p.1-10, 2014.

URSULINO, M.M. **Tecnologia de sementes de *Dimorphandra gardneriana* Tulasne**. 2013. 89f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2013.